

# 科學探索計劃一

## 中小學學生親身體驗微奈米科技

### 台南一中親身體驗活動

#### 活動日期

98年11月11日

#### 活動對象

台南一中高一學生30名

#### 活動地點

成功大學工程科學系41102室

#### 參與人員

現場攝影記錄人員馬鳳敏、活動小助教林志信、蘇桂令、徐慶崑、劉子瑜、王瑋婷、孫政凱、洪家緯等七員

#### 辦理單位

1. 主辦單位：國家科學委員會科學教育發展處

2. 承辦單位：國立成功大學

國立成功大學微奈米科技研究中心

國家實驗研究院國家晶片系統設計中心

總計劃主持人：成大奈微所李旺龍副教授

(NSC 98-2515-S-006-001-MY4)

共同主持人：成大奈微所林仁輝所長

國家晶片中心莊英宗組長

子計畫一主持人：成大資管所謝佩璇助理教授

(NSC 98-2515-S-006-001-MY1)

子計畫二主持人：成大奈微所李旺龍副教授

(NSC 98-2515-S-006-001-MY2)

子計畫三主持人：成大工科系林裕城教授

(NSC 98-2515-S-006-001-MY3)

## 親身體驗活動報告書目錄

一、	活動日期	3
二、	活動對象	3
三、	活動地點	3
四、	參與人員	3
五、	辦理單位	3
1.	主辦單位	3
2.	承辦單位	3
六、	活動規劃	4
七、	活動成果	4
1.	活動紀錄	4
2.	學習成效評估	5
3.	活動花絮	6
4.	學員建議與討論	13
5.	活動感想	13
6.	親身體驗活動問卷統計結果	14
八、	附錄	
	附錄一：台南一中親身體驗活動學員名單	17
	附錄二：親身體驗活動講義	18

附錄三：模組學習單 ..... 38

附錄四：親身體驗活動問卷 ..... 47

# 科學探索計劃—中小學學生親身體驗微奈米科技

## 南一中親身體驗活動報告

### 一、 活動日期

98年11月11日

### 二、 活動對象

台南一中高一學生30名

### 三、 活動地點

成功大學工程科學系41102室

### 四、 參與人員

現場攝影記錄人員馬鳳敏、活動小助教林志信、蘇桂令、徐慶歲、劉子瑜、王瑋婷、孫政凱、洪家緯等七員

### 五、 辦理單位

1. 主辦單位：國家科學委員會科學教育發展處
2. 承辦單位：國立成功大學  
國立成功大學微奈米科技研究中心  
國家實驗研究院國家晶片系統設計中心  
總計劃主持人：成大奈微所李旺龍副教授  
(NSC 98-2515-S-006-001-MY4)  
共同主持人：成大奈微所林仁輝所長  
國家晶片中心莊英宗組長  
子計畫一主持人：成大資管所謝佩璇助理教授  
(NSC 98-2515-S-006-001-MY1)  
子計畫二主持人：成大奈微所李旺龍副教授  
(NSC 98-2515-S-006-001-MY2)  
子計畫三主持人：成大工科系林裕城教授  
(NSC 98-2515-S-006-001-MY3)

## 六、 活動規劃

時 間	行 程	備 註
13:30~14:20	尺寸效應；蓮花效應；生物的奧秘	投影片上課說明
14:30~15:20	奈米壓印；自組裝	投影片上課說明
15:30~17:30	小心不要熔掉	動手做實驗； 親身體驗奈米科學
	不自由落體	
	親疏水怎麼分	
	燒焦怎麼辦	
	向蜘蛛人要絲	
	天然「尚好	
	神奇泡泡	
	紅龜稜的秘密	
顯像之光		

## 七、 活動成果

### 1. 活動記錄

活動以科學原理授課開始，我們將今日五主題分做二部份說明，一開始先尺寸效應、蓮花效應與生物的奧秘，上課過程中學生會我們的互動，當我們舉用一些例子來考驗他們時，學員們都能很快猜出正確答案，例如在蜘蛛絲介紹時，我們舉出蜘蛛絲不只有生活上使用，在軍事上也有不斐的效益，而不待我們說明學員們馬上就指出蛛絲能做成防彈衣，也讓我們發現這些學員程度不差；到了第二階段親身體驗模組時，學生們分組後帶至各小助教所主持的關卡體驗科學：

**尺寸效應**關卡中準備了二個模組，有小心不要熔掉與不自由落體，我們一開始先簡單說明實驗流程後便開始操作，我們先操作的模組是小心不要熔掉，要將鋼絲點燃，這次南一中學生做得非常成功，他們將鋼絲絨分的夠稀疏而讓整團鋼絲絨燃燒起來，是非常成功的表現；在不自由落體中我們一樣先讓學員們猜測最後結果再操作，得到答案時我們補充說明不同的黏性差異處時，學員們非常專心聽講，相信他們會大有收穫。

**蓮花效應**模組中一樣準備了親疏水怎麼分、燒焦怎麼辦二模組，這次除了示範親疏水性的差別之外，我們還針對蓮花效應的自潔功能做一些調整，操作時我們準備一些塵土灑在芋頭葉上，在倒入一些水，觀察會發生何事，結果不但看到水珠在葉上滾動疏水性表現，還能看到塵土被水

珠帶走的情況，完全展現出蓮花效應的特性，學員們也比較相同條件下不同種葉片的情形，也得到其他種樹葉無此現象；在燒焦怎麼辦模組中這次學員們花費一些時間才上手，因為一開始學員們是將紙杯烤過頭，紙杯產生焦化扭曲，疏水性反而不明顯，但在幾次經驗後他們就能烤出漂亮的碳黑層，成功做出疏水介面。

**生物奧秘**的蜘蛛人要絲模組中，這次我們聽取之前的建議，將食用醋改由檸檬汁代替，實驗中的確少了一些令人不喜的味道，在加熱的過程中我們也針對蛋白質性質做出說明，包含不同結構蛋白質的性質差異，加強模組中不足之處，讓學員能更了解模組的意義。

**奈米壓印**主題中，我們讓學員們放手去做，因為原理他們都能很快理解，所以我們讓他們自由發揮，讓他們雕刻出模板後再加以說明壓印與微影技術之別，最後再翻印紙黏土做出成品。

**自組裝**這次繼續延用新模組神奇泡泡，一開始我們仍先用水上方型積木的自行排列組合來模擬自組裝，再逐一就自組裝的作用力，最後形成的排列結構一步步帶領學員瞭解自組裝原理；在神奇泡泡模組中，除了說明泡泡的形成是自組裝外，我們還舉出一些問題考驗學員，如泡泡的七彩顏色由來與泡泡是否能一直維持七彩顏色等問題來詢問學員們，最後再一一解答，也讓學員們瞭解到原來平常忽略的現象原來是那麼有趣。

## 2. 學習成效評估

- (1)由問卷統計結果我們得知在活動前與活動後學生們對於有關奈米科技的問答成績有顯著提高，非常令人振奮驚喜，我們探究此結果可能原因可能室這次邀請的高一生算剛上高中半年，許多科目還未能修習，所以前測成績一般，不過在聽完我們講解原理後能馬上吸收，加上操作後也有所心得，所以後測成績明顯提高。
- (2)問卷結果中指出在這次活動中並沒有特別有答錯的題目，代表著學員們都能真正瞭解主題與模組意涵，令人非常開心，加上測驗成績來看也發現說這些學員素質很好，能很快進入狀況。
- (3)本次問卷有請學生紀錄較難理解部份，其中包含有像蜘蛛人要絲模組與奈米壓印模組的內容；蛛絲部份雖然我們有再針對蛋白質性質講解，但是模組中親身體驗這部份仍嫌薄弱，可能是造成難以理解的原因；而在奈米壓印模組中，因壓印與光微影原理近似，容易造成混淆，並且光微影技術的乾濕蝕刻未能發展出模組供學員操作，所以造成理解上的困難，這些也是接下來我們努力改善的方向。

3. 活動花絮：



活動開始，你準備好開始科學之旅了嗎？

同學專心聽講科學原理



同學專心聽講科學原理



同學專心聽講科學原理





同學專心聽講科學原理

同學專心聽講科學原理



你知道哪些葉子是疏水性嗎？

親身體驗的經驗就是不同





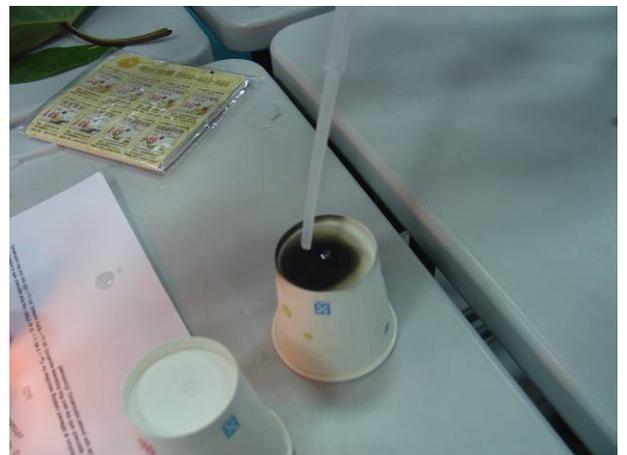
疏水性的奇異特質，水珠再大都不怕

多試多玩多收穫



水滴灰塵樣樣不沾，蓮花效應最佳寫照

最簡單的疏水表面怎做!?! 火烤就行





主題介紹時間，豎起耳朵聽啦

動手自己做，活動樂趣多



寫下你對活動的想法吧



專心的男人最帥氣





百度的溫度與燃燒的鋼鐵譜出科學的樂章

科學魔術即將開始，睜大眼睛啦



不同的條件造成不同的速度，你答對了嗎。



小助教的科學魔術大揭密時間





神奇的自動聚集木塊，猜猜為什麼

科學是快樂的學問



奇特的想法未必有道理，但是一定有趣



泡泡也有大學問喔





牛奶與檸檬會碰撞什麼火花呢？

蛋白質的神奇特質



同學快樂的回憶



活動現場實況全記錄



## 八、 學員建議與討論

1. 蜘蛛絲模組的單白質變性比較難懂，希望能再多說明與舉例。
2. 不懂黏滯系數的意思，希望能再解釋清楚。
3. 奈米壓印的刻印與光微影的蝕刻部份比較難懂。
4. 自組裝的單分子膜技術希望能有更多例子，而且再講清楚一點。

## 九、 活動感想

這次是針對南一中高一年級同學的活動，舉辦前後有許多地方值得注意：

- (1) 體驗時間的控制上要更加精確一些，課堂講解多花了約十五分鐘，下次應多量取一些空閒時間給學生提問才是，而體驗部份這次我們準備了五個主題分成五關，每關卡所花費的時間都稍超時，小助教關主們時間掌握應該要再加強。
- (2) 根據同學們所回饋的意見，我們有些模組可以再修正：  
生物的奧秘：模組內容可再補充。  
尺寸效應：黏性現象再多舉例補充。  
奈米壓印：原理在清楚說明並列出異同處，以免混淆。
- (3) 整個活動中我們發覺到有些部份名詞學員們還沒學到，會聽不懂，課程部分需要再做一些修改，另外模組操作要考慮是否過於簡單，會讓學生失去體驗科學的樂趣。
- (4) 學習單這次沒有讓他們即時填寫，在做完一些模組後再開始寫會讓學員一時被許多題目搞混，小助教要更注意學習單作答的情況。

2009 年 11 月 11 日

### 台南一中 實驗問卷統計結果

前測：16 位學生獲得平均分數 5.75，標準差 1.390

後測：16 位學生獲得平均分數 7.13 (進步!)，標準差 0.957

前後測差異分析：有顯著差異!!!， $t = -3.467(p=0.003)$

平均分數相差 1.38(標準差 1.586)

前後測差異分析(依主題和模組) 學生們在實驗之後仍然答錯的題目是：

這個部份學生表現真的很不錯~ 沒有特別有答錯的題目

- 16.3 小心不要熔掉
- 16.4 不自由落體
- 16.7 親疏水怎麼分
- 16.8 燒焦怎麼辦
- 16.12 向蜘蛛人要絲
- 16.13 生物羅盤
- 16.15 紅龜粿的秘密
- 16.16 顯像之光

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 16.7	2	33.3	33.3	33.3
16.12	1	16.7	16.7	50.0
16.13	1	16.7	16.7	66.7
16.15	2	33.3	33.3	100.0
Total	6	100.0	100.0	

後測分析 (實驗設計與生活關聯性) 都還算不錯!但是 16.12 這個模組要加強與生活關聯性

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
16.3	16	1	9	7.38	2.217
16.4	16	2	9	7.56	1.931
16.7	16	5	9	7.44	1.750
16.8	16	4	9	7.56	1.672
16.12 向蜘蛛人要絲	16	1	9	5.94	2.594
16.13	16	3	9	7.31	1.922
16.15	16	1	9	6.56	2.159
16.16	16	4	9	7.44	1.590
Valid N (listwise)	16				

後測分析 (實驗設計滿意度) 都很高!尤其是 16.4 &16.13

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
16.3	16	5	9	8.00	1.549
16.4	16	6	9	8.44	.892
16.7	16	6	9	8.25	1.065
16.8	16	6	9	8.25	1.125
16.12	16	4	9	7.63	1.746
16.13	16	6	9	8.38	.957
16.15	16	6	9	8.25	1.238
16.16	16	5	9	7.94	1.389
Valid N (listwise)	16				

p. s. 未圈選的不列入計算

學生回答最難理解的部份：再次證明 16.12 這個模組要加強講解

蜘蛛絲 6

刻印那部份

黏性係數

顯像之光 2

神奇泡泡

以下是學生未來想從事科學實驗工作的意願：

比例明顯下降(上星期 95.8%) WHY???

(1: 願意 0: 不願意)

願意:66.7% 不願意:33.3%

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 0	5	33.3	33.3	33.3
1	10	66.7	66.7	100.0
Total	15	100.0	100.0	

比較分析—(南一中暑假科學營) v. s. 11月11日南一中來訪

由於11月11日這次在講解課程時使用動畫，前後測的題目也都有修正，所以學生的表現在後測明顯進步，正如預期！若比較南一中暑假科學營的學生表現，可以知道哪些實驗講解可以再加強，以增加學生理解及滿意度。

以下是暑假科學營和11月11日南一中學生來訪，共同有出現的實驗模組：

16.3 小心不要熔掉

16.4 不自由落體

16.7 親疏水怎麼分

16.13 生物羅盤

16.15 紅龜粿的秘密

**比較**後測分數學生的表現：在此可確定高中生使用的前後測問卷設計已經完成。若每題仔細分析作答情形可知學生對於 16.13 的模組認識最清楚。

	暑假科學營	10.11.2009	比較結果
平均分數	2.07	4.31	成績進步
標準差	1.269	0.942	標準差變小

**比較**學生認為與生活連結性分析：大部份都較高，但標準差數值較大表示每個學生的回答很不相同

		Summer Camp2009	11.11.2009
16.3	N	15	16
	Min	0	1
	Max	9	9
	Mean	6.00	7.38
	Std. Deviation	2.204	2.217
16.4	N	15	16
	Min	2	2
	Max	9	9
	Mean	6.73	7.56
	Std. Deviation	1.831	1.931
16.7	N	15	16
	Min	6	5
	Max	9	9
	Mean	7.73	7.44
	Std. Deviation	1.223	1.750
16.13	N	1	16
	Min	5	3
	Max	9	9
	Mean	7.14	7.31
	Std. Deviation	1.351	1.922
16.15	N	14	16
	Min	6	1
	Max	9	9
	Mean	7.29	6.56
	Std. Deviation	0.825	2.159

**實驗滿意度中**，由於測驗中以模組為一單位，Summer Camp則以主題為一單位，故在此未做分析。

## 附件一

### 科學探索計畫台南一中參訪名單

1. 李致緯
2. 王尊麟
3. 劉致遠
4. 羅裕昕
5. 陳薪宇
6. 黃冠鈞
7. 李柏融
8. 涂昀朋
9. 楊能傑
10. 謝宗廷
11. 羅亭凱
12. 尤斌
13. 潘國正
14. 王崇亘
15. 宋偉宏
16. 林信宇

附件二

# 中小學學生的微奈米科學探索 ——親身體驗真實微奈米科學

子計畫二：親身體驗奈米仿生科技

計畫編號：NSC 98-2515-S-006-001-MY2

計畫主持人：李旺龍教授

## 科學探索計劃人員聯絡資料

姓名	E-mail	MSN
李旺龍	wlli@mail.ncku.edu.tw	dragonpuff8@hotmail.com
林裕城	yuclin@mail.ncku.edu.tw	
謝佩璇	peihsuan@mail.ncku.edu.tw	
林子喬	h3497128@mail.ncku.edu.tw	joann302@hotmail.com
林志信	spire2@hotmail.com	spire2@hotmail.com
蘇桂令	n9896131@mail.ncku.edu.tw	literature06@yahoo.com.tw
徐慶歲	wuling.andy@msa.hinet.net	skyrainbow12@hotmail.com
劉子瑜	fish760529@hotmail.com	fish760529@hotmail.com

# 南一中來訪行程

11/11 行程

主 題	模 組	實 驗 題 目	內 容 簡 介
尺寸效應	模組一	小心不要熔掉	課程講解 20 分鐘
	模組二	不自由落體	實驗操作 20 分鐘
蓮花效應	模組三	親水、疏水怎麼分	課程講解 20 分鐘
	模組四	燒焦怎麼辦	實驗操作 20 分鐘
生物的奧秘	模組五	向蜘蛛人要絲	課程講解 15 分鐘 實驗操作 15 分鐘
奈米壓印	模組六	紅龜稜的秘密	課程講解 25 分鐘
	模組七	顯像之光	實驗操作 20 分鐘
自組裝	模組八	天然「尚好	課程講解 20 分鐘
	模組九	神奇泡泡	實驗操作 20 分鐘

時 間	行 程	備 註
13:30~14:20	尺寸效應；蓮花效應；生物的奧秘	投影片上課說明
14:30~15:20	奈米壓印；自組裝	投影片上課說明
15:30~17:30	小心不要熔掉	動手做實驗； 親身體驗奈米科學
	不自由落體	
	親疏水怎麼分	
	燒焦怎麼辦	
	向蜘蛛人要絲	
	天然「尚好	
	神奇泡泡	
	紅龜稜的秘密	
顯像之光		

# 實驗題目：小心不要被熔掉

## 壹、「科」博文的戰略地圖：

熔點是晶體將其物態由固態轉變（熔化）為液態的過程中固液共存狀態的溫度。金屬的熔點通常都很高，動輒上千度才能熔化，但是當金屬奈米化之後，表面積的增加將促進金屬的反應活性，使得熔點降低而更易熔化；本實驗將比較金屬固體與小金屬顆粒兩者熔點的差異。

## 貳、心動時刻：

大家聽過廚房火災嗎？當你炒菜產生油煙時，你會很容易點燃產生的油煙而造成火災，可是我們用的沙拉油你能直接點著嗎？大家都喜歡觀看燦爛的煙火在夜空中綻放，可是你知道煙火產生的白色亮光是鋁粉燃燒造成的嗎？平常火燒不動的沙拉油與鋁金屬，為什麼變了？到底發生了什麼事呢，讓我們進一步了解這個現象吧。



## 參、戰鬥準備：

- 蠟燭台
- 打火機
- 尖嘴鉗
- 鐵絲
- 鐵絲絨

## 肆、教戰守則：

1. 將蠟燭台點上火
2. 拿尖嘴鉗夾住鐵絲
3. 把鐵絲尖端放置在火焰上方
4. 等待 20 秒看有什麼變化
5. 拿尖嘴鉗夾住鐵絲絨
6. 把鐵絲絨尖端放置在火焰上方
7. 等待 20 秒看有什麼變化

#### 伍、戰後檢討：

將會發現在同樣的時間下，鐵絲絨會燒起來而鐵絲還只是燒黑的狀況。這是應因為鐵絲絨的體積變得很小(相對於鐵絲)，使得接觸空氣的比表面積變大很多，因此燃燒的時候，反應的接觸面積比鐵絲大許多，所以容易燒起來。

#### 陸、動腦大智慧：

讀中學時相信大家都有做過化學實驗的經驗，化學實驗室的藥品大多是粉末狀，粉末藥物除了取用便利之外，對於實驗進行有沒有任何幫助？

逢節祭祖，燒香拜拜是中國人的傳統，燒紙錢是對神明祖先的表達敬意，燒紙錢時我們會將紙錢一張張對摺，而不是一整疊丟下去，又是作何解釋？

#### 柒、笑看江湖百種事：

<http://www.purchon.com/chemistry/rates.htm>

[http://www.docbrown.info/page03/3\\_31rates.htm](http://www.docbrown.info/page03/3_31rates.htm)

奈米新世界 <http://nano.nstm.gov.tw/01conception/conception01.asp>

# 實驗題目：“不”自由落體

## 壹、「科」博文的戰略地圖：

物體在不同的介質中會受到不同的表面力影響，尤其在密度大的介質中受阻現象更加明顯，大表面積的物體在介質中移動時也會受到較大的表面力使的移動受阻，藉由物體在水中與空氣中掉落速度的差異我們將觀察到表面力所造成的影響。

## 貳、心動時刻：

夏天一到就是水上活動熱絡的時候，當泡在水中時，我們揮動手臂與平常在空氣中揮動手臂來比會更加顯得困難；當在水中揮動手臂時，手掌張開的狀態下會比握拳更花力氣，還有平日撐傘時颳大風要快將傘收起以免吹壞掉，這些現象的是表面力影響的結果，自然界中表面力現象更是不少，水黽在水面上駐留、移動就是最好的例子，今天就讓我們來親身體驗表面力的魅力吧。



## 參、戰鬥準備：

壓克力管(~1.5M) X 4  
彈珠  
水

## 肆、教戰守則：

1. 準備 4 個壓克力管，並將水注入 2 根壓克力管至八分滿
2. 取用彈珠並將其中一顆彈珠各置於水面上，另一顆彈珠至於空管等高處，並同時放手使其自由落下
3. 觀察 2 顆彈珠沉落到玻璃管底的速度並比較其差異

## 伍、戰後檢討：

由於水密度大於空氣，所以彈珠在空氣中會比在水中更快落到管底。

## 陸、動腦大智慧：

水黽是著名的水上溜冰者，你知道它迅捷的移動中所隱藏的秘密嗎？它能在所有液體表面保持漂浮嗎？

**柒、笑看江湖百種事：**

**大王蓮靠浮力載重嗎？《科學發展》2007年6月，414期，58～61頁**

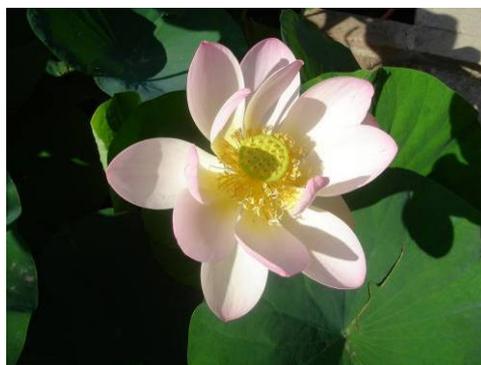
## 實驗題目：親水、疏水怎麼分？

### 壹、「科」博文的戰略地圖：

自然界存在著各種不同性質的表面，也具不同的親疏水性，本實驗將觀察不同葉子表面親疏水性的差異。

### 貳、心動時刻：

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做為聖潔象徵。而蓮葉是怎麼做到「出淤泥而不染」的呢？



### 參、戰鬥準備：

葉子一片（小朋友自行帶一片有興趣的葉子）  
水杯  
滴管  
水  
量角器

### 肆、教戰守則：

1. 把水杯裝半杯的水
2. 拿出小朋友自行帶的葉子，平放在桌子上
3. 將滴管在水杯裡吸水
4. 拿滴管在葉子上滴上一滴水
5. 用量角器大概比對，判定接觸角為幾度

### 伍、戰後檢討：

蓮花為什麼會疏水呢？這是因為在蓮花的表面，有著微奈米級的細小結構，

使得水不易附著在表面。

如果在雨衣或雨傘表面也做出這些微奈米結構，下雨天大家就不會怕雨傘或雨衣上所殘留的水分，把家裡弄得溼答答了。

**陸、動腦大智慧：**

蓮花效應是葉面上微結構的功勞，除了微結構之外，我們還有什麼方法製造疏水性表面呢？

**柒、笑看江湖百種事：**

蓮花的自潔功能與奈米科技的應用 《科學發展》2002年6月，354期，60~63頁

觀看和搬移原子——前沿奈米科技 《科學發展》2005年11月，395期，38~43頁

奈米新世界 <http://nano.nstm.gov.tw/02nature/nature03.asp>

# 實驗題目：燒焦怎麼辦？

## 壹、「科」博文的戰略地圖：

生活中許多防水防鏽的物品都是在表面上附加一層保護而來，同樣的物體的親疏水性也會受到表面外加物的影響，本實驗將觀察外附碳層對親疏水性的影響。

## 貳、心動時刻：

大雨過後，建築物外觀煥然一新的功勞是牆壁所塗的防水漆；我們身上穿的奈米衣物又如何能夠不怕沾上咖啡、油滴等汗漬，這些便利生活的東西背後隱藏了什麼故事呢？讓我們一起來把它找出來吧。

## 參、戰鬥準備：

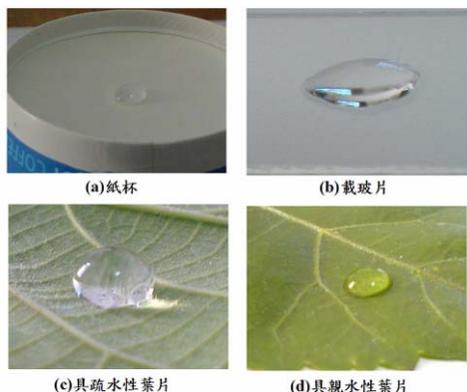
紙杯  
載玻片  
具疏水性葉片  
具親水性葉片  
打火機  
滴管  
蠟燭  
水

## 肆、教戰守則：

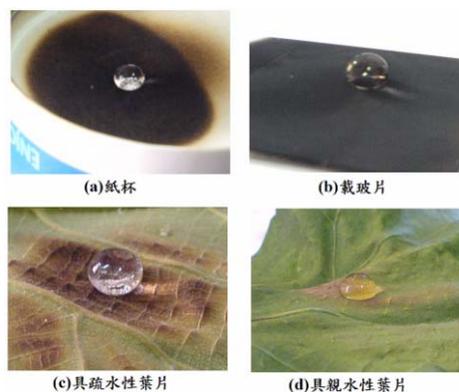
1. 清洗紙杯、載玻片、具疏水性葉片與具親水性葉片
2. 四種材料各取一個，利用蠟燭將材料表面碳燻至黑色
3. 利用滴管將未碳黑的四種材料表面，滴上一滴水珠，觀察其水珠之分佈情形（疏水性或親水性）
4. 利用滴管將碳黑的四種材料表面，滴上一滴水珠，觀察其水珠之分佈情形（疏水性或親水性）
5. 比較未加碳黑與加上碳黑的四種材料表面水珠之分佈情形
6. 觀察數小時後，碳黑四種材料表面水珠之分佈情形

### 伍、戰後檢討：

烤黑前各材料親疏水性表現：



烤黑後各材料親疏水性表現：



不管是疏水性表面或親水性表面，經烤黑後，都會變超疏水性表面，這是因為烤黑時，表面會產生碳黑。碳黑為一種疏水性的奈米材料，所以水滴在覆有碳黑的表面，表面都是疏水性的表現。

### 陸、動腦大智慧：

表層材料的改變會影響親疏水性，那是否也會影響自潔的功能呢？

### 柒、笑看江湖百種事：

學蜘蛛人趴趴走——受大自然啟發的仿生科技（張雨青譯），佛布茲（Peter Forbes）著（民 96），遠流出版社，臺北。

奈米科技與二氧化鈦光觸媒《科學發展》2004年4月，376期，72~77頁  
蓮花的自潔功能與奈米科技的應用《科學發展》2002年6月，354期，60~63頁

# 實驗題目：向蜘蛛人要絲

## 壹、「科」博文的戰略地圖：

蜘蛛絲是由許多不同蛋白質組成，具有良好的堅韌性與延展性，我們將使用牛奶來製作蜘蛛絲，並討論自製蜘蛛絲與蜘蛛絲的差異。

## 貳、心動時刻：

根據研究，蜘蛛絲的韌性比鋼絲還要好，且與蠶絲有相仿之處，做成衣服可以說是又輕又薄又耐磨，但蜘蛛不像蠶會做繭，所以不易取得蜘蛛絲，但如果我們能仿造蜘蛛吐絲，再使用適當材料，或許就可以做出蜘蛛絲，現在我們就看看要如何製造蛛絲吧。

## 參、戰鬥準備：

牛奶  
鍋子  
攪拌棒  
白醋  
針筒

## 肆、教戰守則：

1. 先將100 cc的牛奶倒入鍋子裡加熱
2. 等到有點滾時，加入30cc 的白醋
3. 不斷攪拌加熱至滾了五分鐘後，靜待冷卻
4. 冷卻到牛奶醋有點黏稠
5. 將牛奶醋利用濾紙過濾多餘的水，留下牛奶醋凝塊
6. 將牛奶醋凝塊倒入針筒裡
7. 將擠出針筒裡的牛奶凝塊並靜置15分鐘自然風乾

## 伍、戰後檢討：

風乾的凝塊條就是相似於蜘蛛絲的細絲，都是蛋白質凝結而成，不過完全乾燥後牛奶結塊會硬化，不像蛛絲有彈性。

## 陸、動腦大智慧：

人工造的尼龍絲是仿生材料最佳範例，然而尼龍材料本身韌性度不夠，那為何市面上的尼龍都具有良好的韌性呢？

## 柒、笑看江湖百種事：

生物活性及仿生物材料設計《科學發展》2002年10月，358期，52~65頁

# 實驗題目：紅龜粿的秘密

## 壹、「科」博文的戰略地圖：

壓印是微電子元件結構複製技術中最新的方法之一。採用這種方法將一個母模或圖樣壓入一種保形材料中，這種材料將按照範本的圖形產生變形，再經過紫外曝光或者熱處理的方法就可以使其成形。奈米壓印可以複製尺度為奈米層級的圖形，這也是目前所用的最小特徵尺寸；接下來我們將呈現壓印的簡易製作過程。

## 貳、心動時刻：

紅龜粿是古時候的零嘴，即使在現代農曆節日拜拜中幾乎都會出現，那你曾注意到紅龜粿上的印字嗎？古時喜慶大餅又香又甜，表面上的大囍字與繁複的花紋都充滿了喜氣與祝賀之意，你有沒想過這些花紋又是如何形成，今日就讓我們來一探究竟吧。

## 參、戰鬥準備：

紙黏土  
木板 X2  
雕刻刀  
寶特瓶  
沙拉油（少量）

## 肆、教戰守則：

1. 先取一片木板用雕刻刀勾勒出自己想要的圖形或文字
2. 將黏土鋪平在另一片木板上
3. 將雕刻好的木版圖形塗上油
4. 把雕刻過的木板反扣在黏土上
5. 將裝水的寶特瓶放置在上方的木板上，靜置兩分鐘
6. 移除寶特瓶和上方木板
7. 觀察壓印後的黏土表面花紋

## 伍、戰後檢討：

壓印的應用其實常見於日常生活中，除了紅龜粿外，印章也是壓印的一種應用，實驗中我們可以看到木板在水的重量擠壓下把紙黏土壓印出雕刻的紋路。

### 陸、動腦大智慧：

1. 為什麼模具要沾油？
2. 如果不用寶特瓶，直接用手壓會怎樣？
3. 除了黏土之外，還可以在什麼東西上壓出花紋？
4. 如果是比較硬的材料，要怎麼壓出花紋？

### 柒、笑看江湖百種事

<http://stam.org.tw/Newsletter/104/Nanoimprint%20Lithography.pdf>

<http://www.nanoedu.ndhu.edu.tw/92forum/GMW.pdf>

<http://www.nsc.gov.tw/scicircus/public/Attachment/7281619871.pdf>

# 實驗題目：顯像之光

## 壹、「科」博文的戰略地圖：

所謂的光微影術，簡單的說就是希望將我們設計好的線路圖形，完整且精確地複製到晶圓上。首先需將設計好的圖形製作成光罩（photo mask），應用光學成像的原理，將圖形投影至晶圓上。由光源發出的光，只有經過光罩透明區域的部分可以繼續通過透鏡，而呈像在晶圓表面。根據光罩的設計和曝光的光波長不同，微影製程可製作出的圖形可小至 100~250nm 左右，本次實驗將利用簡單的道具呈現光微影術的原理。

## 貳、心動時刻：

印章在歷史中出現上千年了，到了現代卻搖身一變成了最新科技:微影技術，微影技術又是什麼呢？照相機需要將影像轉移到底片或CCD感應器上，那你知道底片是如何記錄影像的呢？沖洗底片都必須在暗房以免曝光又是為何呢？其實這一切都是微影技術的應用，到底微影術有何奧妙呢，就讓我們來一起發掘吧。

## 參、戰鬥準備：

紙黏土（當作矽基板）  
木板（作為光阻層）  
雕刻刀

## 肆、教戰守則：

1. 將木板上切割成想要的圖案或形狀
2. 將紙黏土鋪平，紙黏土面積要大於蝕刻圖形的面積
3. 將木板圖案蓋在黏土上
4. 用雕刻刀將木板沒遮蓋的紙黏土部分去除
5. 小心移除木板，避免破壞紙黏土
6. 將紙黏土靜置風乾後便是蝕刻成品

## 伍、戰後檢討：

微影技術粗略的說其實就是在奈米層級下的印章原理，實驗中我們風乾的紙黏土如果再用印泥複印出的圖形，其實就是我們雕刻的圖案，大家可以創造出屬於自己的圖案喔。

**陸、動腦大智慧：**

在暗房洗照片時我們會用顯影劑呈像，你知道顯影劑是什麼成份嗎？它又是如何給照片呈像呢？

**柒、笑看江湖百種事：**

Ref. W. Menz, J. Mohr, O. Paul, *Microsystem Technology*, Wiley-Vch Verlag GmbH, 2001.

Ref. Rembold, 微機電概論，臺北市，高立，2000.

德國 Bessy 同步輻射研究中心 <http://www.bessy.de/>

德國卡爾斯魯核能研究中心 <http://www.fzk.de/>

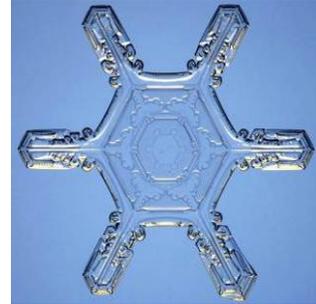
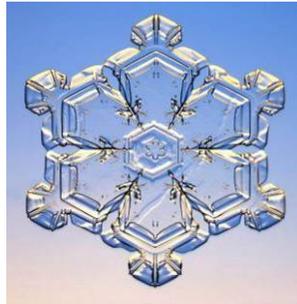
# 實驗題目：天然「尚好」

## 壹、「科」博文的戰略地圖

廣義的自組裝可定義為物理系統的自然傾向，系統內外透過能量交換，形成自由能減少的形狀或架構。各種組態下的粒子隨機熱移動，導致粒子聚集，逐漸形成穩定態，系統最後達到平衡。所以自組裝可說是分子在不受人類外力之介入下自行聚集、網織成規則結構的現象，我們將藉簡單的工具來模擬並探討自組裝現象。

## 貳、心動時刻

大家看過下雪嗎？在雪地的寒冷清晨，樹枝間總會懸掛著形狀各異，巧奪天工的冰晶，你知道冰晶是要如何結成如此美麗的形狀嗎？今日就讓我們來體驗這項奧秘吧。



## 參、戰鬥準備

積木  
水桶  
水

## 肆、教戰守則

1. 將水加入水桶至半滿
2. 將積木輕放至水面
3. 輕敲燒杯外壁，使水面產生微弱震盪
4. 重複步驟 2、3，並觀察記錄積木在水面的情況

## 伍、戰後檢討

水面上的積木相互接觸後便會靠攏，隨著愈多積木加入就會形成愈大的整體。

## 陸、動腦大智慧

噬菌體做為細菌的寄生者，會將本身的 DNA 注入細菌中，並利用細菌完成 DNA 複製與製做噬菌體外殼，但是噬菌體 DNA 與外殼要如何組裝，為何能夠正確組

裝？

柒、笑看江湖百種事

自組合複合材料——生物成礦 《科學發展》2006年5月，401期，60 ~ 65  
頁

形形色色的鹽晶世界 《科學發展》2006年6月，402期，22 ~ 27頁

# 實驗題目：神奇泡泡

## 壹、「科」博文的戰略地圖

單分子膜的防護方式已經漸漸結合到生活中的物件，將不同性質的分子以其相對應的方式附加到物體表面上，則這一層薄薄的分子層就能發揮我們需要的效果，單分子膜技術也具有低成本的優點，相信這種技術將有更寬廣的發展，本實驗使更最常見的分子來展示單分子膜的構成。

## 貳、心動時刻

花重金買的金銀首飾、珠寶在長久的保存與穿戴中會漸漸失去亮麗的光澤，此時都需要再花上一筆大錢保養才能重現光澤，我們有方法讓首飾永保光澤嗎？單分子膜技術又會帶給我們多少的便利呢？



## 參、戰鬥準備

洗碗精  
漿糊  
木筷  
吸管  
水

## 肆、教戰守則

1. 取相同體積的洗碗精、漿糊、水倒入燒杯中。
2. 用竹筷持續攪拌至溶液均勻混合(看起來無絲狀物)。
3. 取一些溶液沾濕桌面，並取一根吸管沾取一些溶液。
4. 用吸管貼著桌面吹出一顆泡泡，習續觀察泡泡顏色變化。

## 伍、戰後檢討

泡泡是由 2 層分子構成，由於分子間包含一層水層，經陽光折射後產生七彩顏色，不過經久置之後，水會慢慢往低處流而使得的泡泡分子間水層流失，失去折射的能力，故七彩顏色會漸漸消失。

**陸、 動腦大智慧**

你能想到另一種簡單的單分子膜製作方式嗎？

**柒、 笑看江湖百種事**

<http://nr.stpi.org.tw/ejournal/NatSciNews/v15n2/32-35.pdf>

有序分子膜技術；馮緒勝；若水堂圖書網

### 附件三

## 學習單：小心不要被熔掉

### 1. 火熱的表演：描寫不同材料在火焰上的情形

鐵線圈	鐵絲絨
在火上燒過之後只是變焦黑，並無其他反應	經火烤後鐵絲絨迅速變紅，並熔化燃燒

### 2. 火熱的表演(II)：紀錄不同條件鐵絲絨燃燒的情形

		
變焦黑，並不燃燒	火烤一些時間後變紅	火烤後迅速變紅燃燒

### 3. 你對實驗有任何問題與改進意見嗎？

## 學習單：不自由落體

1. 誰是第一名：

實驗條件	無+塑膠珠	水+塑膠珠	無+鐵珠	水+鐵珠
著底排名	1	3	1	2

2. 用速度-時間關係圖來描述的話，你能劃出實驗的運動圖嗎？若

水管長度無限延伸，運動圖又是如何？



3. 羽毛與鐵片在真空狀態下何者較快著地？

真空下沒有空氣，所以羽毛不像平常受空氣阻力緩緩飄落，而是跟鐵片同時著地。

4. 你對實驗有任何問題與改進意見嗎？

## 學習單：天然「尚好」

1. 積木為何能聚再一起而不易分離？

積木間隙的水有表面張力，幫助積木結合。

2. 我們以積木模擬分子的自組裝實驗，為何需要敲擊燒杯壁呢？

分子並非固定不動，而是隨時做不規則移動碰撞，故輕敲瓶壁就是要讓積木模擬不規則移動的舉動。

3. 你對實驗有任何問題與改進意見嗎？

## 學習單：親疏水怎麼分

1. 你帶來的樹葉是哪一種性質呢？

樹種名稱	親/疏水性

2. 接水競賽中，哪一種葉子能在最後留下最多水珠？

疏水性葉片

3. 你的衣服防水嗎？傳說中的奈米防水衣是什麼原理？

現今奈米衣物有 2 種防水原理，一種是表面做成許多微細毛，增加觸感與並能防水，另一種就是在紡織時添加奈米粒子，使布料具奈米性質。

4. 你對實驗有任何問題與改進意見嗎？

## 學習單：燒焦怎麼辦

1. 怎麼在蠟燭炙烤才會留下一層碳黑，而不是著火？

貼近燭芯藍焰處溫度較低，不容易燃燒，故將紙杯貼近燭芯燒烤後拿開，再等稍微冷卻再次燒烤，幾次後就可得到碳層。

2. 不怕濕的黑臉：水滴在碳黑上有何表現

無碳黑處理	碳黑處理
紙杯上的水滴呈親水性	碳層上的水滴呈疏水性

3. 你會製作碳黑水球嗎？為何水能保存在碳層中？

滴一滴水在碳層上，來回滾動後，碳將附於水滴表面而形成碳黑水球。

4. 你對實驗有任何問題與改進意見嗎？

## 學習單：專一性

1. 豆子都是橢圓形狀，對實驗篩選結果有沒有任何影響？

因為形狀相似，所以可能會有紅豆在上面，但是搖晃後因為大小差異故會掉落。

2. 專一性篩選可分物理與化學相關，實驗中採用的幾何結構辨認屬物理性質，那化學性質辨識的有哪些呢？

生物體中的蛋白質發揮作用都要與反應物結合，這些鍵結所用的氫鍵，偶極力等都是化學性質。

3. 你對實驗有任何問題與改進意見嗎？

## 學習單：向蜘蛛人要絲

1. 醋加牛奶為何會結塊？還有任何東西加牛奶會結塊嗎？

醋酸使蛋白質產生變性，故產生凝塊。

2. 牛奶結塊與蛛絲都是蛋白質組成，為何差異那麼大？

蛛絲蛋白質排列緊密並具有特殊結構，而凝塊是因為蛋白質變性來的，故強度上差異大。

3. 你對實驗有任何問題與改進意見嗎？

## 學習單：紅龜粿的秘密

1. 為什麼模具要沾油？

做為抗沾黏效果

因為油和粘土的親合性較低，若用不同的模具和壓印材料則必須使用不同的抗沾黏物質，例如麵糰可使用麵粉當抗沾黏劑

2. 沾油和不沾油的完成圖案哪個較完整明顯？

沾油的

3. 如果不用寶特瓶，直接用手壓會怎樣？

會造成施力不平均，使圖形不完整

4. 如果是比較硬的材料（例如塑膠），要怎麼壓出花紋？

可以加熱使塑膠軟化後再加壓，但是要注意待壓物質必須要為可塑性物質（塑性變形較大的物質，如高分子或是金屬）

5. 你對實驗有任何問題與改進意見嗎？

## 學習單： 顯像之光

1. 乾式蝕刻和濕式蝕刻有什麼不同？

乾蝕刻屬於非等向性蝕刻，可以製作出較深寬比例較大的結構

濕蝕刻屬於化學等向性蝕刻，結構可能會與原來設計的有誤差

2. 正光阻和負光阻有什麼不同，所產生的圖案有什麼關連性？

正光阻是照光後的部份會被顯影液帶走

負光阻則相反

兩種光阻產生的圖案剛好相反

3. 你對實驗有任何問題與改進意見嗎？

## 附件四

### 南一中科普活動後測問卷

喜歡奈微米實驗嗎?在結束實驗之前十分鐘，依你所知道的答案「○」或「×」。別擔心！你的回答是否正確，絕對不會影響未來實驗的表現及我們對你的評估，這只是為了我們的其他研究計畫，蒐集資料之用而已。若有任何問題，請直接在現場向我們提問，或者請直接與我們聯絡：謝佩璇博士

[peihsuan@mail.ncku.edu.tw](mailto:peihsuan@mail.ncku.edu.tw)

你的學校名稱：\_\_\_\_\_ 請問你的姓名：\_\_\_\_\_

(11/11)早上(9:00~12:00)

1. 化學反應速率減緩，是因為每一個粒子的有效表面碰撞引發原子從新排列的次數增加。
2. 流體的黏滯性強弱以黏滯係數表示。黏滯係數小的流體比較黏稠不易流動；反之，黏滯係數大的流體比較稀淡容易流動。
3. 在大自然中，生物體的細胞是由各種生物分子自組裝而成的。
4. 自組裝的發生與系統能量有關，系統能量愈高，該狀態的自由能就愈低。
5. 蓮花效應主要是指蓮葉表面具有超親水以及自潔的特性，雨水因表面張力的作用與葉面形成極大接觸角，而滾動的雨水水珠會把一些灰塵污泥的顆粒一起帶走，達到自我潔淨的效果。
6. 碳黑也具有和蓮花效應一樣的特性。
7. 以下請圈選一個數字你覺得合適的：
- 7.1 「在模組三—小心不要被溶掉中，以油煙釀成火災為例」的例子與剛剛進行的實驗，你覺得與日常生活經驗連結性如何？  
(沒有相關) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 (沒有相關)
- 7.2 「在模組四—不自由落體中，以空氣中揮手臂及颳大風時收傘為例」的例子與剛剛進行的實驗，你覺得與日常生活經驗連結性如何？  
(沒有相關) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 (沒有相關)
- 7.3 「在模組五—天然ㄟ尚好中，以雪地裡冰晶的形狀為例」的例子與剛剛進行的實驗，你覺得與日常生活經驗連結性如何？  
(沒有相關) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 (沒有相關)

7.4 「在模組七—親疏水怎麼分中，以蓮葉出淤泥而不染為例」的例子與剛剛進行的實驗，你覺得與日常生活經驗連結性如何？

(沒有相關) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 (沒有相關)

7.5 「在模組八—燒焦怎麼辦中，以防水漆及奈米衣物為例」的例子與剛剛進行的實驗，你覺得與日常生活經驗連結性如何？

(沒有相關) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 (沒有相關)

8. 你覺得這次的實驗主題『尺寸效應』如何？

(相當無聊) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 (收穫很多)

9. 你覺得這次的實驗主題『自組裝』如何？

(相當無聊) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 (收穫很多)

10. 你覺得這次的實驗主題『蓮花效應』如何？

(相當無聊) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 (收穫很多)

11. 請問讓你覺得有親身體驗科學實驗的是哪個部份？

經歷每一個實驗步驟，或者 (以下可複選)

經歷某個(些)實驗步驟，請說明：

---

操作儀器，請說明哪個(些)儀器，若說不出名字可以畫圖表示：

---

與同學一起解決問題時，請舉例告訴我們當時發生什麼狀況：

---

向老師請教問題時，請舉例告訴我們當時發生什麼狀況：

---

其他情況，請說明

---

12. 請問讓你覺得最難理解的是哪個(些)部份？

13. 你覺得在什麼情況之下，自己會想要未來從事科學實驗的工作？

- 沒有想過
- 有想過，但不確定在什麼情況
- 有想過，我可以說明：

最後，如果你對進行奈微米實驗有更多感想或心得，歡迎到以下網址留言！我們會仔細閱讀你留下的字字句句唷！

<http://140.116.96.93/web/postmsg.php>

喜歡奈微米實驗嗎？在結束實驗之前十分鐘，依你所知道的答案「○」或「×」。別擔心！你的回答是否正確，絕對不會影響未來實驗的表現及我們對你的評估，這只是為了我們的其他研究計畫，蒐集資料之用而已。若有任何問題，請直接在現場向我們提問，或者請直接與我們聯絡：謝佩璇博士

[peihsuan@mail.ncku.edu.tw](mailto:peihsuan@mail.ncku.edu.tw)

你的學校名稱：\_\_\_\_\_ 請問你的姓名：\_\_\_\_\_

第一天(8/17)下午(2:00~4:50)

1. 所謂專一性，最常見的例子即為酵素，每一種酵素只能催化一種特定的物質，而產生特定的產物。
2. 通常製造齒輪、拉鍊、釣魚線、牙刷和塑膠管等，都是尼龍材質，因尼龍是一種加成聚合物，其耐熱性、強度和耐磨損性比許多塑膠好。
3. 適當地改造粒子表面的生化特性，可使粒子與特定生物分子相結合，致使生物分子帶有磁性標記，成為磁性奈米粒子，其大小與生物分子相近，生醫技術常使用此特性進行免疫檢測、細胞分離、基因轉殖等。
4. 奈米壓印主要將已設計好圖案之母模壓入阻劑中，使阻劑產生預期的圖案，可製作線寬 50 nm 以下的奈米結構，具有高解析度、大量生產及低成本之潛力。
5. 光微影術主要將光罩上設計好的線路圖形，完整且精確地曝印在已經塗抹光阻的晶圓上。
- 6 以下請圈選一個數字你覺得合適的：
- 6.1 「在模組十一—天生絕配中，以鑰匙及疫苗為例」的例子與剛剛進行的實驗，你覺得與日常生活經驗連結性如何？
- (沒有相關) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 ---

8 --- 9 (沒有相關)

6.2 「在模組十二—向蜘蛛人要絲中，以蜘蛛絲為例」的例子與剛剛進行的實驗，你覺得與日常生活經驗連結性如何？

(沒有相關) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 ---

8 --- 9 (沒有相關)

6.3 「在模組十五—紅龜粿的祕密中，以紅龜粿為例」的例子與剛剛進行的實驗，你覺得與日常生活經驗連結性如何？

(沒有相關) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 ---

8 --- 9 (沒有相關)

6.4 「在模組十六—顯像之光中，以沖洗底片為例」的例子與剛剛進行的實驗，你覺得與日常生活經驗連結性如何？

(沒有相關) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 ---

8 --- 9 (沒有相關)

7. 你覺得這次的實驗主題『專一性』如何？

(相當無聊) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 (收穫很多)

8. 你覺得這次的實驗主題『生物的奧秘』如何？

(相當無聊) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 (收穫很多)

9. 你覺得這次的實驗主題『奈米壓印』如何？

(相當無聊) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 (收穫很多)

10. 請問讓你覺得有親身體驗科學實驗的是哪個部份？

經歷每一個實驗步驟，或者 (以下可複選)

經歷某個(些)實驗步驟，請說明：

---

操作儀器，請說明哪個(些)儀器，若說不出名字可以畫圖表示：

---

與同學一起解決問題時，請舉例告訴我們當時發生什麼狀況：

---

向老師請教問題時，請舉例告訴我們當時發生什麼狀況：

---

其他情況，請說明

---

11. 請問讓你覺得最難理解的是哪個(些)部份？

---

12. 你覺得在什麼情況之下，自己會想要未來從事科學實驗的工作？

沒有想過

有想過，但不確定在什麼情況

有想過，我可以說明：

---

最後，如果你對進行奈微米實驗有更多感想或心得，歡迎到以下網址留言！我們會仔細閱讀你留下的字字句句唷！

<http://140.116.96.93/web/postmsg.php>

喜歡奈微米實驗嗎？在結束實驗之前十分鐘，依你所知道的答案「○」或「×」。別擔心！你的回答是否正確，絕對不會影響未來實驗的表現及我們對你的評估，這只是為了我們的其他研究計畫，蒐集資料之用而已。若有任何問題，請直接在現場向我們提問，或者請直接與我們聯絡：謝佩璇博士

[peihsuan@mail.ncku.edu.tw](mailto:peihsuan@mail.ncku.edu.tw)

你的學校名稱：\_\_\_\_\_

請問你的姓名：\_\_\_\_\_

第二天(8/18)上午(9:00~12:00)

1. 當液體和固體(例如：莖內維管束)之間的附著力小於液體本身內聚力時，也就是克服了地心引力，就會產生毛細現象。
2. 在液體界面接觸固體表面而形成的夾角(稱接觸角)，若角度愈小，表示親水性就愈小。
3. 以下請圈選一個數字你覺得合適的：  
3.1 「在假手真手分不清楚中，以個人專屬圖章鑰匙像圈為例」的例子與剛剛進行的實驗，你覺得與日常生活經驗連結性如何？  
(沒有相關) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 ---  
8 --- 9 (沒有相關)

3.2 「在細微的絲路中，以植物根吸收水份、蠟燭芯燃燒為例」的例子與剛剛進行的實驗，你覺得與日常生活經驗連結性如何？

(沒有相關) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 ---

8 --- 9 (沒有相關)

3.3 「在神奇的八爪手中，以章魚或烏賊的八爪為例」的例子與剛剛進行的實驗，你覺得與日常生活經驗連結性如何？

(沒有相關) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 ---

8 --- 9 (沒有相關)

4. 你覺得這次的實驗主題『雷雕與微尺寸效應』如何？

(相當無聊) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 (收穫很多)

5. 請問讓你覺得有親身體驗科學實驗的是哪個部份？

經歷每一個實驗步驟，或者 (以下可複選)

經歷某個(些)實驗步驟，請說明：

\_\_\_\_\_  
 操作儀器，請說明哪個(些)儀器，若說不出名字可以畫圖表示：

\_\_\_\_\_  
 與同學一起解決問題時，請舉例告訴我們當時發生什麼狀況：

\_\_\_\_\_  
 向老師請教問題時，請舉例告訴我們當時發生什麼狀況：

\_\_\_\_\_  
 其他情況，請說明  
\_\_\_\_\_

6. 請問讓你覺得最難理解的是哪個(些)部份？

\_\_\_\_\_  
7. 你覺得在什麼情況之下，自己會想要未來從事科學實驗的工作？

沒有想過

有想過，但不確定在什麼情況

有想過，我可以說明：

最後，如果你對進行奈微米實驗有更多感想或心得，歡迎到以下網址留言！我們會仔細閱讀你留下的字字句句唷！

<http://140.116.96.93/web/postmsg.php>

喜歡奈微米實驗嗎?在結束實驗之前十分鐘，依你所知道的答案「○」或「×」。別擔心！你的回答是否正確，絕對不會影響未來實驗的表現及我們對你的評估，這只是為了我們的其他研究計畫，蒐集資料之用而已。若有任何問題，請直接在現場向我們提問，或者請直接與我們聯絡：謝佩璇博士  
[peihsuan@mail.ncku.edu.tw](mailto:peihsuan@mail.ncku.edu.tw)

你的學校名稱：\_\_\_\_\_ 請問你的姓名：\_\_\_\_\_

### 第二天(8/18)下午(2:00~4:50)

1. 鞘流現象為兩種不互融的液體，當一液體於中央穩定流動時，另一液體從兩側施予一擠壓力而形成的聚焦現象。
2. 微量吸管是為了增加實驗的標準性與正確性所利用的儀器。
3. 以下請圈選一個數字你覺得合適的：
- 3.1 「在藏身泡麵中的大秘密中，以浮在麵湯上的油滴為例」的例子與剛剛進行的實驗，你覺得與日常生活經驗連結性如何？  
(沒有相關) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 (沒有相關)
- 3.2 「在自然界的剪刀手中，以水面上的漣漪、滴水穿石為例」的例子與剛剛進行的實驗，你覺得與日常生活經驗連結性如何？  
(沒有相關) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 (沒有相關)
4. 你覺得這次的實驗主題『油水分離現象』如何？  
(相當無聊) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 --- 9 (收穫很多)
5. 請問讓你覺得有親身體驗科學實驗的是哪個部份？
- 經歷每一個實驗步驟，或者 (以下可複選)
- 經歷某個(些)實驗步驟，請說明：
- \_\_\_\_\_
- 操作儀器，請說明哪個(些)儀器，若說不出名字可以畫圖表示：
- \_\_\_\_\_
- 與同學一起解決問題時，請舉例告訴我們當時發生什麼狀況：
- \_\_\_\_\_

向老師請教問題時，請舉例告訴我們當時發生什麼狀況：

---

其他情況，請說明

---

6. 請問讓你覺得最難理解的是哪個(些)部份？

---

7. 你覺得在什麼情況之下，自己會想要未來從事科學實驗的工作？

沒有想過

有想過，但不確定在什麼情況

有想過，我可以說明：

---

最後，如果你對進行奈微米實驗有更多感想或心得，歡迎到以下網址留言！我們會仔細閱讀你留下的字字句句唷！

<http://140.116.96.93/web/postmsg.php>

喜歡奈微米實驗嗎?在結束實驗之前十分鐘，依你所知道的答案「○」或「×」。別擔心！你的回答是否正確，絕對不會影響未來實驗的表現及我們對你的評估，這只是為了我們的其他研究計畫，蒐集資料之用而已。若有任何問題，請直接在現場向我們提問，或者請直接與我們聯絡：謝佩璇博士  
[peihsuan@mail.ncku.edu.tw](mailto:peihsuan@mail.ncku.edu.tw)

你的學校名稱：\_\_\_\_\_ 請問你的姓名：\_\_\_\_\_

### 第三天(8/20)早上(9:00~10:00)

1. 聚乙二醇的吸濕保水性，隨平均分子量愈大，其吸收保水性增加。
2. 褐藻酸聚合物能連接成網狀而凝固或膠狀，將微生物或酵素包住，成格子狀的固定化載體，是因為將之放入含鈉的水溶液中所造成的。
3. 保衛細胞大多扁平狀，排列緊密，保護生物體免於受到外來病原體的入侵。
4. 菌體多為無色，可用甲基藍有機染劑染色後，與周圍環境分別而利於在顯微鏡下檢視。
5. 以下請圈選一個數字你覺得合適的：
- 5.1 「在愛恨分明的小水珠中，以蓮葉、芋葉、水黽觸角表面纖毛構造，或者是車打臘為例」的例子與剛剛進行的實驗，你覺得與日常生活經驗連結性如何？  
(沒有相關) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8  
--- 9 (有相關)
- 5.2 「在超級比一比中，以樹幹和人類皮膚為例」的例子與剛剛進行的實驗，你覺得與日常生活經驗連結性如何？  
(沒有相關) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8  
--- 9 (有相關)
6. 你覺得這次的實驗主題『表面改質』如何？  
(相當無聊) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8  
--- 9 (收穫很多)
7. 你覺得這次的實驗主題『生命的起源』如何？  
(相當無聊) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8  
--- 9 (收穫很多)
8. 請問讓你覺得有親身體驗科學實驗的是哪個部份？  
 經歷每一個實驗步驟，或者 (以下可複選)

經歷某個(些)實驗步驟，請說明：

---

操作儀器，請說明哪個(些)儀器，若說不出名字可以畫圖表示：

---

與同學一起解決問題時，請舉例告訴我們當時發生什麼狀況：

---

向老師請教問題時，請舉例告訴我們當時發生什麼狀況：

---

其他情況，請說明

---

9. 請問讓你覺得最難理解的是哪個(些)部份？

---

10. 你覺得在什麼情況之下，自己會想要未來從事科學實驗的工作？

沒有想過

有想過，但不確定在什麼情況

有想過，我可以說明：

---

最後，如果你對進行奈微米實驗有更多感想或心得，歡迎到以下網址留言！我們會仔細閱讀你留下的字字句句唷！

<http://140.116.96.93/web/postmsg.php>

喜歡奈微米實驗嗎？在結束實驗之前十分鐘，依你所知道的答案「○」或「×」。別擔心！你的回答是否正確，絕對不會影響未來實驗的表現及我們對你的評估，這只是為了我們的其他研究計畫，蒐集資料之用而已。若有任何問題，請直接在現場向我們提問，或者請直接與我們聯絡：謝佩璇博士

你的學校名稱：\_\_\_\_\_

請問你的姓名：\_\_\_\_\_

第三天(8/20)下午(2:00~4:50)

1. 量子點是奈米級半導體材料，它的電子排列相當緊密，可激發出不同顏色的螢光，例如：應用於生物檢測的「基因條碼」或「蛋白質條碼」。
2. 在空氣中奈米金屬顆粒會迅速氧化燃燒，細化到奈米級時，所有金屬都呈現黑色。
3. 聚合酶連鎖反應(Polymerase chainreaction, PCR)是一套發展完善而且簡便有效的核酸增幅方法，它可使 DNA 在短暫的時間中增幅。
4. 電泳是指帶電顆粒在電場作用下，向著與其電性相同的電極移動。

5. 以下請圈選一個數字你覺得合適的：

7.1 「在五光十色的奈米粒子中，以尺寸愈小，物體的總表面積與體積的比值越大為例」的例子與剛剛進行的實驗，你覺得與日常生活經驗連結性如何？

(沒有相關) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 ---

9 (沒有相關)

7.2 「在親人間特有的文字中，以 DNA 鑑定為例」的例子與剛剛進行的實驗，你覺得與日常生活經驗連結性如何？

(沒有相關) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8

--- 9 (沒有相關)

6. 你覺得這次的實驗主題『光子晶體與奈米粒子』如何？

(相當無聊) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 ---

9 (收穫很多)

7. 你覺得這次的實驗主題『基因的語言』如何？

(相當無聊) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8 ---

9 (收穫很多)

8. 請問讓你覺得有親身體驗科學實驗的是哪個部份？

經歷每一個實驗步驟，或者 (以下可複選)

經歷某個(些)實驗步驟，請說明：

\_\_\_\_\_  
 操作儀器，請說明哪個(些)儀器，若說不出名字可以畫圖表示：

\_\_\_\_\_  
 與同學一起解決問題時，請舉例告訴我們當時發生什麼狀況：

---

向老師請教問題時，請舉例告訴我們當時發生什麼狀況：

---

其他情況，請說明

---

9. 請問讓你覺得最難理解的是哪個(些)部份？

---

10. 你覺得在什麼情況之下，自己會想要未來從事科學實驗的工作？

沒有想過

有想過，但不確定在什麼情況

有想過，我可以說明：

---

最後，如果你對進行奈微米實驗有更多感想或心得，歡迎到以下網址留言！我們會仔細閱讀你留下的字字句句唷！

<http://140.116.96.93/web/postmsg.php>

