

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 10 月 28 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、徐慶歲、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	5
1. 活動紀錄	5
2. 學習成效評估	7
3. 活動花絮	8
4. 活動感想	13
5. 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	19
附錄二：親身體驗活動講義	20
附錄三：模組學習單	41

附錄四：親身體驗活動問卷	46
--------------------	----

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 10 月 28 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	課程	內容
13:30~13:40	實驗簡介	
13:40~14:15	課程講解	假手真手分不清楚 (20 min) 愛恨分明的小水珠 (15 min)
14:15~14:55	動手做實驗	假手真手分不清楚 (20 min) 愛恨分明的小水珠 (20 min)
14:55~15:05	休息	移動至實驗場地
15:05~15:40	課程講解	神奇的八爪手 (15 min) 藏身泡麵中的大秘密 (20 min)
15:40~16:10	動手做實驗	神奇的八爪手 (15 min) 藏身泡麵中的大秘密 (15 min)
16:10~16:20	休息	移動至實驗場地
16:20~16:40	課程講解	自然界的剪刀手 (20 min)
16:40~16:45	休息	移動至實驗場地
16:45~17:30	動手做實驗	自然界的剪刀手 (15 min)

七、活動成果：

1. 活動紀錄：

此次科普活動的開始時間是一點半，但是南一中的學生提早在一點左右就到達了，讓還在準備的我們有點措手不及。於是我們將早已準備好的學習單和課程內容先行發給同學，等到一點半，我們便正式開始當天的課程。

此次南一中的學生與之前暑假來的二年級科學研究社的學生有些不同，他們是一年級化學選修課的同學，因為來自不同班級，所以在上課的過程中，同學之間的交流與討論跟之前來的學生相比減少許多。另外一方面，之前來的二年級學生，對各種儀器及觀念的基本認知都有，我們本以為此次的學生也會跟上次一樣都會有基礎知識，但直到上課的時候，才發覺到他們對觀念及實驗的生疏。

而此次南一中學生，在使用投影片上課時的反應，也不比之前的學生來的熱烈。他們比較不會提出問題，對於上課的內容也比較不感興趣。在課後寫學習單的態度，也比較偏向為了答案而寫答案，不會去深思問題，而只想透過問老師、助教和同學來得到答案，同學之間比較少有討論的行為。但還是有一些同學很認真的在詢問問題以及思考答案，而遇到這樣的學生，我們會相當願意將我們所學的知識通通告訴他。

做實驗時，學生分成六個小組，雖然每組做的實驗都相同，但每個組別對實驗的創意都不相同，舉例來說：

我們在做「**藏身泡麵中的大秘密**」時，有些組別挑戰誰可以拉出最長的細絲；有些組別則探討一次將褐藻酸全部加入氯化鈣會有怎樣的形狀；又有些組別將褐藻酸鈣小球拿到手上玩弄，並發現捏一捏小球後，小球的顏色竟然變白了；而另外還有一個組別將上個實驗用的廣告顏料加入褐藻酸裡，這樣擠出的褐藻酸鈣細絲就有顏色的呈現。看到每個組別都有不一樣的創意，我們也都感到很開心有趣。不過實驗的時候也發生一些笑話，例如有學生將大

離心管倒過來，想要用針筒在底部刺穿一個洞，只因為他們不知道這是有蓋子的管子。

從上課的情況可以發現：講課時，較前排的同學會比較認真聽課，而較後排的同學則放空或者是玩耍；實驗時，靠近助教的同學較好奇也比較主動做實驗，而離助教較遠的同學則都冷眼旁觀，有些甚至不想動手做。所以學生們之間的差異性很大，有很認真的也有很不認真的學生。而這次的學生相較起來也比較不受控制，較容易破壞實驗器材，例如將針頭凹斷或在做鞘流實驗時將流道擠壓到爆開，對於實驗比較沒有用心在做，而只是出自於玩樂的心態在看待實驗。

因為跟之前暑假的科普同樣都是南一中的學生，所以我們很自然的會想把這群學生跟之前高二的同學做聯想，跟高二的同學比較，他們還有很多需要改進以及進步的空間。

這次的教學，從準備各種實驗器材，包含鞘流現象的晶片組裝、褐藻酸以及氯化鈣的調配、雷射雕刻機的翻模，到上課以及課後的收拾，都讓我們感到筋疲力盡，不過雖然感到疲累，但是每次挑戰教學不同的成長背景、年齡、教育程度的學生，卻讓我們充滿了滿足感與成就感。

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進步，可惜沒顯著進步，應該是因為學生有吸收我們講授的科學知識，但是卻不夠認真，導致學習成效有限，下次我們應該要準備更吸引學員注意力的內容才是。

(2)問卷結果中指出細微的絲路與藏身泡麵中的大秘密二模組的問題在學員體驗活動之後依然答錯，可能是因為採取放任操作方式讓學員們玩起來，雖讓活動比較有趣，但是我們應當還要從旁再加以說明，或是給他們玩一會兒就停下來先說明模組意涵，這樣才能讓他們有豐厚的收穫。

(3)本次問卷中學生紀錄較難理解部份是鞘流現象，除了上課時我們發覺學員關於此模組提出許多問題，如二側流速不同對形成的水珠有何影響，或一定要固定速度才會有成果，不能三管流速自行調節等等，顯示出這個現象對學員們很陌生，然而操作時學員玩過頭，只有一組比較規規矩矩很快上手，導致操作模組也不能幫助他們理解什麼，才覺得模組困難。

3. 活動花絮



圖一 課前 MEMS 小知識



圖二 分組進行假手真手分不清楚實驗



圖三 助教到各組指導



圖四 同學們專心聽講



圖五 南一中老師們關心學生實驗狀況



圖六 南一中老師們與助教進行課前討論



圖七 上課時，用簡易動畫加深同學印象



圖八 同學們實做愛恨分明的小水珠實驗



圖九 同學們的上課情形



圖十 講解鞘流現象



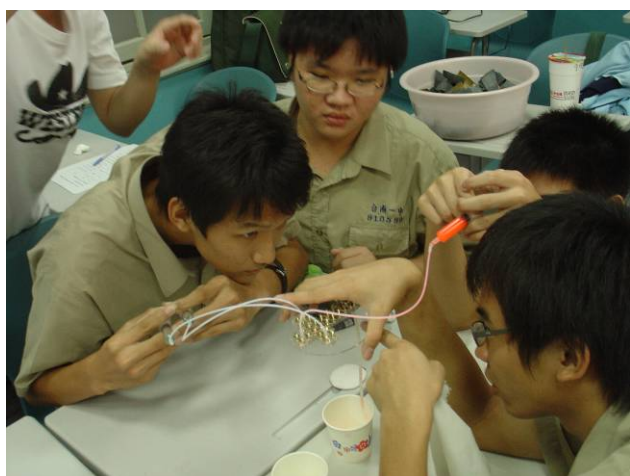
圖十一 解說藏身泡麵中的大秘密實驗



圖十二 同學實做自然界的剪刀手實驗



圖十三 鞘流現象實驗



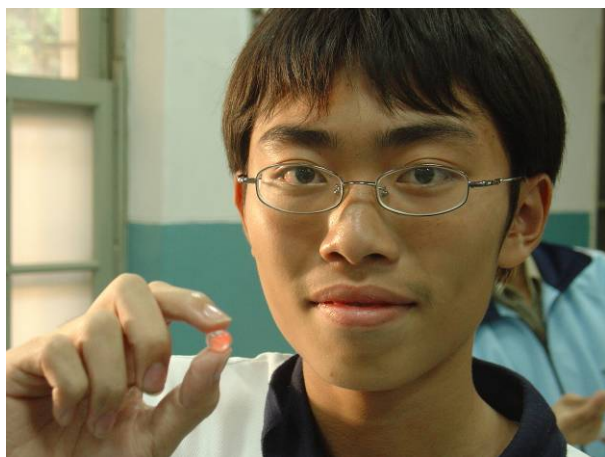
圖十四 同學仔細觀察鞘流現象



圖十五 同學們比賽誰的褐藻酸鈣纖維較長



圖十六 使用針筒製作微小球



圖十七 同學與實驗成果開心合照



圖十八 神奇八爪手的使用講解



圖十九 助教到各組詳細解說



圖二十 同學實際操作為量滴管

八、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) 這次活動內容對學員而言較為困難，學員遇到問題太多會影響學習動力，我們若再舉辦活動要考慮學生程度安排內容。
- (2) 活動中學生會玩得太入迷，我們應盡好責任，約束一下學員並講述科學知識，不然活動將失去意義。
- (3) 學習單這次沒有讓他們即時填寫，活動要結束前大家才一直趕，以後應做完模組後馬上作答，小助教要更注意學習單作答的情況。
- (4) 這次一個下午四個鐘頭的時間，我們做了五個實驗及觀念，觀察學生的反應，發現我們似乎將太多東西一次帶給他們，讓他們有點無法消化，之後可能可以採取比較多充裕時間讓他們思考的方式進行。

2009 年 10 月 28 日

南一中問卷統計結果

(未進行實驗之前，5 題全作答)

前測：24 位學生獲得平均分數 3.75，標準差 0.897

第一題(15.1)：答對 83.3% 答錯 16.7%

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid wrong	4	16.7	16.7	16.7
correct	20	83.3	83.3	100.0
Total	24	100.0	100.0	

第二題(15.2)：答對 66.7% 答錯 33.3%

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid wrong	8	33.3	33.3	33.3
correct	16	66.7	66.7	100.0
Total	24	100.0	100.0	

第三題(15.3)：答對 91.7% 答錯 8.3%

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid wrong	2	8.3	8.3	8.3
correct	22	91.7	91.7	100.0
Total	24	100.0	100.0	

第四題(15.7)：答對 54.2% 答錯 45.8%

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid wrong	11	45.8	45.8	45.8
correct	13	54.2	54.2	100.0
Total	24	100.0	100.0	

第五題(15.8)：答對 79.2% 答錯 20.8%

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid wrong	5	20.8	20.8	20.8
correct	19	79.2	79.2	100.0
Total	24	100.0	100.0	

後測：24 位學生獲得平均分數 4.46（有進步！），標準差 0.721

第一題(15.1)：答對 100%

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid correct	24	100.0	100.0	100.0

第二題(15.2)：答對 58.3% 答錯 41.7%

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid wrong	10	41.7	41.7	41.7
correct	14	58.3	58.3	100.0
Total	24	100.0	100.0	

第三題(15.3)：答對 100%

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid correct	24	100.0	100.0	100.0

第四題(15.7)：答對 87.5% 答錯 12.5%

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid wrong	3	12.5	12.5	12.5
correct	21	87.5	87.5	100.0
Total	24	100.0	100.0	

第五題(15.8)：答對 100%

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid correct	24	100.0	100.0	100.0

t				
---	--	--	--	--

前後測差異分析：無顯著差異， $t = 2.991 (p = 0.007)$

平均分數相差 0.71 (標準差 1.160)

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：

不一定每位同學都有前後測都錯的題目，也有同學前後測錯的題目超過 1 題，所以樣本數不等於學生的數目。

15.1 假手真手分不清楚

15.2 細微的絲路

15.3 神奇的八爪手

15.7 藏身泡麵中的大秘密

15.8 自然界的剪刀手

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 15.2	4	80.0	80.0	80.0
15.7	1	20.0	20.0	100.0
Total	5	100.0	100.0	

學生後測總共答錯 13 題，其中有 5 題是前後測都答錯的，所以重複答錯的比率是 38%

以上代號請參考測驗卷，並給予修正以利接下來研究進行

後測分析(實驗設計與生活關聯性)

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
15.1 假手真手分不清楚	24	3	9	7.46	1.817
15.2 細微的絲路	24	4	9	7.79	1.641
15.3 神奇的八爪手	24	0	9	5.04	2.789
15.7 藏身泡麵中的大秘密	24	3	9	7.42	1.816
15.8 自然界的剪刀手	24	2	9	6.54	2.105
Valid N (listwise)	24			6.8500	2.0336

後測分析(實驗設計滿意度)

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
15.1 假手真手分不清楚	24	4	9	7.71	1.654
15.2 細微的絲路	24	3	9	7.96	1.628
15.3 神奇的八爪手	24	1	9	7.29	2.236
15.7 藏身泡麵中的大秘密	24	6	9	8.58	.881
15.8 自然界的剪刀手	24	2	9	8.17	1.633
Valid N (listwise)	24			7.9420	1.6064

樣本數不同，因為有學生未作答

有學生滿意度填 0，未圈選的不列入計算

以下是學生的回答最難理解的部份，可直接閱讀藍色資料：

鞘流現象	6
神奇八爪手	4
雷射	3
電漿	2
為什麼有學習單	2
小水珠為何經由不同方向摩擦會有不同親疏水性	
在「自然界的剪刀手」中，針筒壓不下去	
8000 元的器具玩法	
褐藻酸的原理	
理解原理的部份	

以下是學生未來想從事科學實驗工作的意願，可直接閱讀藍色資料，

(1: 願意 0: 不願意)

願意:95.8% 不願意:4.2%

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 0	1	4.2	4.2	4.2
1	23	95.8	95.8	100.0
Total	24	100.0	100.0	

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

中小學學生的科學探索計畫
——親身體驗真實科學計畫

子計畫三：親身體驗微系統生醫科技

計畫編號：NSC 98-2515-S-006 -004 -MY2

計畫主持人：林裕城 特聘教授

10/28/2009(三) 南一中來訪科普實驗流程：

地點：工科系館 41102 教室

時間	課程	內容
13:30~13:40	實驗簡介	
13:40~14:15	課程講解	假手真手分不清楚 (20 min) 愛恨分明的小水珠 (15 min)
14:15~14:55	動手做實驗	假手真手分不清楚 (20 min) 愛恨分明的小水珠 (20 min)
14:55~15:05	休息	移動至實驗場地
15:05~15:40	課程講解	神奇的八爪手 (15 min) 藏身泡麵中的大秘密 (20 min)
15:40~16:10	動手做實驗	神奇的八爪手 (15 min) 藏身泡麵中的大秘密 (15 min)
16:10~16:20	休息	移動至實驗場地
16:20~16:40	課程講解	自然界的剪刀手 (20 min)
16:40~16:45	休息	移動至實驗場地
16:45~17:30	動手做實驗	自然界的剪刀手 (15 min)

科學計畫活動人員

姓名	活動任務	服務機關與 e-mail	職稱
李 旺 龍	指導教師	國立成功大學 奈米科技暨微系統工程研究所 dragonpuff8@hotmail.com	教授
林 裕 城	指導教師	國立成功大學 工程科學系 yuclin@mail.ncku.edu.tw	教授
謝 佩 璇	指導教師	國立成功大學 資訊管理研究所 peihsuan@mail.ncku.edu.tw	教授
林 志 信	輔教人員	國立成功大學 奈米科技暨微系統工程研究所 spire2@hotmail.com	助理
蘇 桂 令	輔教人員	國立成功大學 工程科學系 n9896131@mail.ncku.edu.tw	學生
徐 慶 歲	輔教人員	國立成功大學 工程科學系 wuling.andy@msa.hinet.net	學生
劉 子 瑜	輔教人員	國立成功大學 工程科學系 fish760529@hotmail.com	學生
孫 正 凱	輔教人員	國立成功大學 工程科學系 tcplayer1045@hotmail.com	學生
王 暉 婷	輔教人員	國立成功大學 工程科學系 pp3455@yahoo.com.tw	學生
洪 家 緯	輔教人員	國立成功大學 工程科學系 b943021002@student.nsysu.edu.tw	學生
馬 鳳 敏	輔教人員	國立成功大學 mfmkelly@gmail.com	學生

假手真手分不清楚

壹、「科」博文的戰略地圖

運用神奇的雷射雕刻機刻印出各式各樣模具或圖騰，且融入微機電製程(MEMS)的微小化概念，製作出微米尺度的模具或圖騰。將雕刻完成的模具以具有雕塑性的紙黏土取代高分子材料-聚二甲基矽氧烷(Polydimethylsiloxane, PDMS) 進行微小化圖騰的翻印。

貳、心動時刻

飾品店中玲瑯滿目的個人專屬圖章或鑰匙像圈，心動嗎？是否想製作一個專屬於自己的相片鑰匙圈呢？有興趣自己試試嗎？其實它的製作過程一點也不難！一張彩色相片的電子檔、電腦與雷雕機，即可對相片施展小魔法(如圖 1 所示)，好奇魔法中隱藏什麼秘密？讓我們來揭開魔法中的神秘面紗吧！



圖 1 影像經灰階處理至翻模過程

參、戰鬥準備

A. 實驗前準備材料

1. 彩色相片電子檔

B. 實驗器材

1. 壓克力板零組件 5 cm × 5 cm 2 片/組
2. 雷射雕刻機 1 台/班

3. 紙黏土

1 包/組

肆、教戰守則

1. 圖像與照片設計

1.1 電腦影像灰階處理

想製作出獨一無二的個人圖案嗎？首先，只要準備自己彩色照片的電子檔，藉由電腦繪圖軟體(Photoshop、CorelDRAW 等)進行圖檔灰階化處理，此即可將原本彩色的照片變成黑白影像，灰階化處理即完成。

1.2 雷射雕刻機製作出成品

將灰階化處理的照片，透過繪圖軟體(CorelDRAW 系列)輸出設計圖到雷射雕刻機，調整雷射雕刻功率與掃瞄速度，再輕輕的按下開始鍵，雷射雕刻機即像印表機開始進行列印，雕刻出屬於自己獨一無二的創意圖案，也可自行設計成小吊飾或日常用品。

2. 以黏土材料進行翻模實驗

還記得小時後玩過的黏土嗎？我們都學過如何透過模具將黏土翻製出特別的形狀，此原理亦可應用在翻模實驗上。我們將以黏土來代替高分子材料-聚二甲基矽氧烷(Polydimethylsiloxane, PDMS)。利用雷射雕刻機製作出灌模的模具後，將紙黏土施予一力道壓到模具內，靜待 5 秒後，將紙黏土小心且輕輕地取下，便可製作出跟模具凹凸相反的結構圖案，翻模法術即大功告成。

伍、戰後檢討

1. 調整雷射雕刻參數與雕成品翻製後模具的清晰度有何關係？
2. 將模具以黏土翻製時，只需數秒鐘的時間，若時間過久會有何影響？

陸、動腦大智慧

Q：影像輸出到雷射雕刻機，進行 2D 雷射切割出擬 3D 圖案，是否能引入 3D 的雷射切割技術進行 3D 定位，製作出 3D 立體模型？

柒、笑看江湖百種事

[1]Snakenborg, H. Klank, and J. P. Kutter, “Microstructure fabrication with a CO₂ laser system,” *Journal of Micromechanics and Microengineering*, **14**, pp. 182-189, 2004.
<http://163.22.73.1/school/teach/science.htm>

愛恨分明的小水珠-物理性質表面改質

壹、「科」博文的戰略地圖

不同的材質擁有不同親疏水性質，但是我們可透過改質方法來改變物質本身特性。若將水分別滴落在具有不同粗糙度的物質表面，會發現滴下的水呈現出不同的現象，此即是利用物理方法來改變其原有的性質。我們該使用何種方式去判斷物質的親疏水性呢？最直接的方法是觀測水珠與接觸物的接觸角度，也可將現象拍攝下來並搭配軟體量測出接觸角。

貳、心動時刻

生活周遭是否觀察到許多親疏水的現象(如圖 1 所示)，其實在自然界中比比皆是，像蓮葉、芋葉與水黽觸角表面纖毛構造等都具有疏水的特性。你知道為何植物能斥水而自潔嗎？為何水蜘蛛能輕易地在水面上漂浮呢？趕緊一起加入窺探大自然奧妙的行列唷！

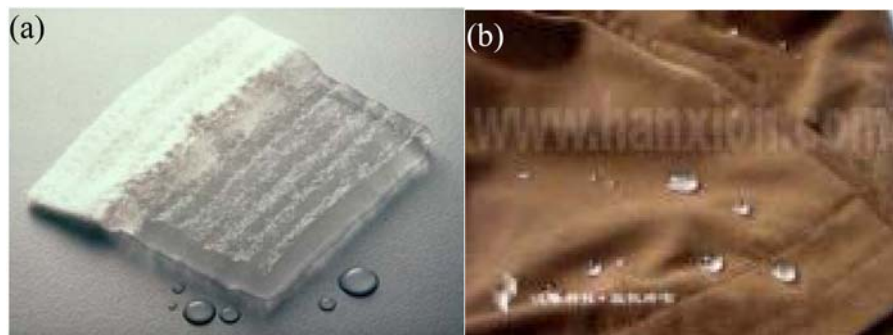


圖1 (a)棉質是親水性質遇水呈濕漉漉狀；(b)皮革是疏水性質遇水呈現一顆顆的小水珠

參、戰鬥準備

- | | |
|-------|-------|
| 1. 紙杯 | 2 杯/組 |
| 2. 吸管 | 2 根/組 |

- | | |
|----------|-------|
| 3. 大型螺帽 | 2 個/組 |
| 4. 大顆粒砂紙 | 1 片/組 |
| 5. 小顆粒砂紙 | 1 片/組 |

肆、 教戰守則

1. 粗糙表面的形成

先使用大顆粒砂紙來回地磨擦大型螺帽 2~3 分鐘後，再以小顆粒砂紙將其表面研磨成較平整的結構，形成和原螺帽不同程度的粗糙表面，最後提醒大家進行的過程中要特別小心，別把手給弄傷以及注意因摩擦生熱而受到傷害。

2. 觀察水珠與螺帽表面的接觸角

利用吸管吸取紙杯內的水，將水分別滴在兩個表面不同粗糙度的螺帽上，並進行觀測水珠與螺帽間的接觸角。



未磨過的



磨過的

伍、 戰後檢討

未用砂紙磨過的螺帽，較為疏水，亦即水珠較為飽滿。而用砂紙磨過的螺帽，會因表面結構的改變，變得比較親水，即水珠會呈攤平狀態。

陸、 動腦大智慧

Q：若將螺帽換成不同材質的物品反覆地磨擦，是否也可以觀察到明顯的親疏水現象呢？

柒、笑看江湖百種事

- [1] 黃光照, 李重賢, 李美英, 劉怡君, 2004, “奈米科技交響曲—物理篇,” 國立臺灣大學出版中心, 台北, pp. 86-106.
- [2] 陳佳惠, “斥水性奈微結構表面之液珠驅動與操控,” 國立清華大學動力機械工程學系碩士論文, 新竹, 台灣, 2005.
- [3] W. Barthlott, C. Neinhuis, “Purity of the sacred lotus, or escape from contamination in biological surfaces,” *Planta*, **22**, pp. 1-8, 1997.
- [4] Otten* and S. Herminghaus, “How Plants Keep Dry: A Physicist’s Point of View,” *Langmuir*, **20**, pp. 2405-2408, 2004.

神奇的八爪手

壹、「科」博文的戰略地圖

微量吸管 (Micropipette) 又稱微量分注器，分子生物、醫學實驗中常需仰賴這位好幫手的協助。微量吸管分注量的準確與否會影響實驗的標準性、正確性與一致性，精準的分注有賴於操作人員正確的使用技巧，因此為了讓學員於後續的生物實驗中能正確且精準的使用微量吸管，故本實驗藉由講解與稱重量測操作，增進學員對量測的初步概念及提升微量吸管操作熟悉度。

貳、心動時刻

口渴，想喝飲料時可用杯子盛裝飲料，但有一天若你需要精準的量取某微量液體時，你會用何種妙招決這困惑的難題呢？或許試試看這支 “神奇的八爪手”，你的困惑便能迎刃而解！讓我們一起發掘這支八爪手(如圖 1 所示)的萬能神功吧！



圖 各種不同類型的微量吸管

參、戰鬥準備

1. 燒杯

2 個/組

2. Pipette

/組

1000 μL 、200 μL 、100 μL 、20 μL 各 1 支

3. 教戰守則

1. 微量吸管簡介

1.1 辨識微量吸管類型

微量吸管需與一個稱微量吸管尖(Tip)的好兄弟攜手合作才能發揮其長才，微量吸管以單爪居多，但當分注樣品眾多時，八爪微量分注器即可發其魔力。其依吸取體積範圍可分為 1000 μL 、200 μL 、100 μL 、20 μL 、10 μL 、2 μL 等數種，且每種微量吸管皆能各司其職，本實驗以常用之 1000 μL 、200 μL 、100 μL 、20 μL 為主要教具。

2. 微量吸管使用方法介紹

2.1 選擇適當的微量吸管

不同容量的微量吸管，各有其吸取體積範圍，需依取用溶液體積使用適當的微量吸管。

2.2 設定體積

設定體積時，由低旋轉至高值，須先超越所欲設定值至少三分之一轉後，再反轉至設定值；由高旋轉至低值，則直接轉至設定值即可。請勿將體積調整圈轉到超過最低或最高的使用範圍。

2.3 裝上微量吸管尖，吸取與釋放溶液

微量吸管操作口訣為，一吸、二放、三排，吸取溶液時，尖端先套上微量吸管尖，1000 μL 使用藍色微量吸管尖，200 μL 及 20 μL 使用黃色微量吸管頭。”一吸”是將微量吸取按鈕壓至第一段，且儘可能保持微量吸管垂直，

將微量吸管尖尖端浸入溶液，再緩慢釋放按鈕。釋放按鈕不可太快，以免溶液衝入吸管柱內而腐蝕活塞。”二放”是將微量吸管尖與容器壁接觸，慢慢壓下按鈕至第一段，再壓至第二段，溶液便可順流而下釋放出，”三排”即是按微量吸管尖剔除鈕，即可輕易更換。

3. 親身體驗微量吸管的操作

每一組各分予兩個燒杯，以分組競賽方式，讓學員於固定時間內分別用 1000 μL 、200 μL 、100 μL 等不同的微量吸管吸取液體於燒杯中，秤量燒杯中的液體量與吸取量是否相同，測試每位學員量的精準度與操作微量吸管的正確性、熟悉度。

4. 戰後檢討

生物實驗中微量吸管是很好的幫手，但有哪些因素可能導致量精準度的差異性呢?此外，為了避免微量吸管受汙染，所以操作時需注意哪些事項?

5. 動腦大智慧

Q：今欲配置一溶液，此液體需添加無菌水 965 μL 及葡萄糖 152 μL ，請問哪種體積範圍之

微量吸管吸取才能精準且正確取得所需量?

Q：不同溶液與不同體積之液體可否使用同一支微量吸管與吸管尖吸取?

柒、笑看江湖百種事

[1] http://www.jochemnet.de/fiu/bot4404/BOT4404_12.html

[2] <http://juang.bst.ntu.edu.tw/BCT/Chapters/Chap1.htm#1.1>

藏身泡麵中的大秘密

壹、「科」博文的戰略地圖

透過麵湯中的油滴，進一步發展出微乳化球的製作方法，科學家們也集思廣義的利用不同材料與方法，製作出微小球或微纖維絲，例如以褐藻酸鈉製作的微小球，便可用在藥物載體的方面，使藥物科學更往前邁進了一步；微纖維絲的產生，使的神經纖維的再生不再是個夢想。

貳、心動時刻

曾經想像過科學家在吃著湯麵時，看到浮在麵湯上面的油滴，進一步把這個想法應用到科學上嗎？透過油滴的概念製作出微小球與微纖維絲，應用在藥物科學與組織工程上，讓我們更加有戰勝病魔的戰鬥力。



圖 麵湯上浮著與水不互溶的油滴。

參、戰鬥準備

- | | |
|--------------|-------|
| 1. 350 mL 燒杯 | 1 個/組 |
| 2. 塑膠滴管 | 2 支/組 |
| 3. 玻璃攪拌棒 | 1 支/組 |
| 4. 3 mL 針筒 | 3 支/組 |

- | | |
|-----------|---------|
| 5. 褐藻酸鈉粉末 | 10 克/班 |
| 6. 固態氯化鈣 | 100 克/組 |
| 7. 葵花油 | 10 mL/組 |

肆、教戰守則

1. 微乳化球的形成

將 200 mL 的水裝進燒杯中，再用塑膠滴管將葵花油一滴一滴的滴進燒杯中，因為油水不互溶的原理，在水面上將會出現一滴一滴的油滴，如果再以玻璃攪拌棒加以攪拌，將油滴攪拌至更小，便會出現更加微小的油滴，這概念就是藥物載體的始祖了。

2. 高分子微小球與微纖維絲之製作

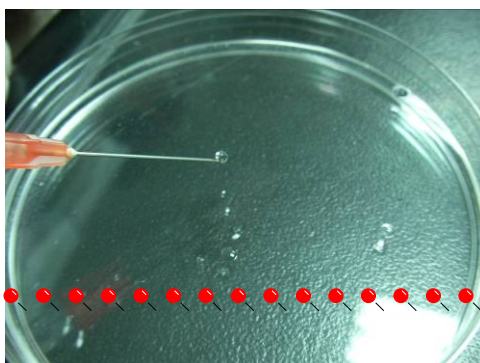
2.1 高分子微小球之製作

將配製好濃度 1%之褐藻酸鈉溶液裝入針筒內，再慢慢的滴入裝有濃度 10%之氯化鈣溶液的燒杯中，藉由鈉離子與鈣離子之交換，使褐藻酸鈉微乳化球固化成褐藻酸鈣微小球，更可進一步把微小球取出來，感受一下它 QQ 的觸感。

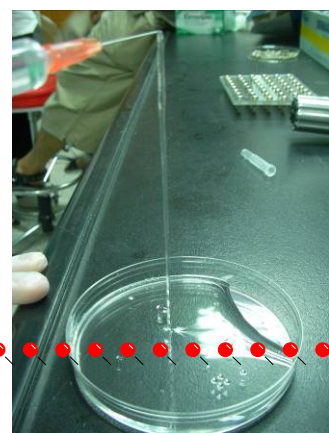
2.2 高分子微纖維絲之製作

將配製好濃度 1%之褐藻酸鈉溶液裝入針筒內，再慢慢的注入裝有濃度 10%之氯化鈣溶液的燒杯中，但是要注意不要讓絲斷掉，藉由鈉離子與鈣離子之交換，使褐藻酸鈉微纖維絲固化成褐藻酸鈣微纖維絲，進一步把微纖維絲取出來，

觀察一
細、透
型。



下 它 纖
亮 的 外



伍、 戰後檢討

分別將油滴入水中與將水滴入油中，經過攪拌後，會分別出現油滴與水滴嗎？
如果用褐藻酸鈉溶液來取代，我們會因為沒有透過油的分離，直接固化而沒辦法產生微小球與微纖維絲嗎？

陸、 動腦大智慧

Q：製作微乳化球與微小球時，哪一種的應用範圍比較廣泛？且還有哪些材料可以製作微小球與微纖維絲？

柒、 笑看江湖百種事

- [1] Keng-Shiang Huang, Tzung-Heng Lai and Yu-Cheng Lin, “Manipulating the generation of Ca-alginate microspheres using microfluidic channels as a carrier of gold nanoparticles,” *Lab on a Chip*, **6**, pp. 954-957, 2006.
- [2] Chang Mo Hwang, Ali Khademhosseini, Yongdoo Park, Kyung Sun, and Sang-Hoon Lee, Microfluidic chip-based fabrication of PLGA microfiber scaffolds for tissue engineering,” *Langmuir*, **24**, pp. 6845-6851, 2008.

自然界的剪刀手

壹、「科」博文的戰略地圖

想一想生活周遭你們曾經發現過鞘流現象嗎？何謂鞘流現象呢？鞘流現象定義上即是指兩種不互溶的液體，當其中一種液體在中央穩定流動時，另一種液體從兩側施予一擠壓力所形成的水力聚焦現象。在微機電系統製程中可以利用此種現象來剪切出微粒小球，更先是將此技術應用在細胞計數器的研究上，此外還有許多其他的應用面。

貳、心動時刻

流體力學是一門很傳統且實際的學問，其探究的問題與原理皆是生活中很常面臨到的。水是我們最常接觸且人體生活中的必需品，但是否曾經深入去探究水的現象，水滴落在湖面上形成的漣漪、滴水穿石效應與河川交會所產生的衝擊現象等等，皆跟流體力學有關。若是探討兩種不同性質的流體是否會發現更多奇妙有趣的現象呢，流體中的黏滯係數是流體實驗中很重要的影響參數，不同的黏滯係數有可能會產生大不同的現象，現在讓我們來瞧瞧兩種不同的液體究竟能擦出什麼火花呢？



圖 鞘流現象

參、 戰鬥準備

- | | |
|-------------|---------|
| 1. 壓克力零件組 | 1 批/組 |
| 2. 25 mL 針筒 | 3 支/組 |
| 3. 葵花油、礦物油 | 50 mL/組 |
| 4. 微量幫浦 | 2 台/班 |
| 5. 矽膠管 | 6 條/組 |
| 6. 螺絲螺帽 | 1 批/組 |

肆、 教戰守則

1. 十字型微流道晶片

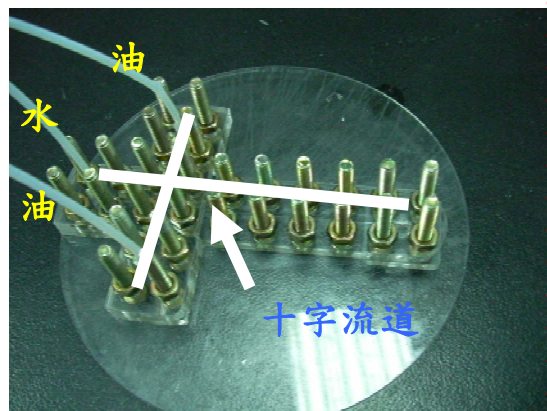
將壓克力零件組使用螺絲與螺帽組合起來成為一十字型的微流道裝置晶片。

2. 針筒與矽膠管

拆開針筒外封的包裝後，小心地將針筒前端的針頭取下收好，然後將剪裁好的矽膠管塞入針筒前端，組合出三個注射裝置。

3. 油水相與剪切力搭配產生鞘流現象

將三個針筒注射裝置分別吸滿液體，其中兩管油相，一管水相，然後將兩管油相針筒設置在十字微流道兩側上下的注入口端，然後剩下一管針筒水相設置在主注入口，最後與同學合力產生鞘流現象，其中一個同學先推擠主注入口端的水相針筒，產生穩定的層流現象，接著另一個同學才開始推擠兩側上下油相針筒，將層流水相剪切出一顆顆的油包水的小球，擠壓針筒的力道不好控制要多多嘗試。



十字流道組裝圖

4. 微量幫浦產生鞘流現象

將微量幫浦設定好流速條件等參數，搭配微流道晶片一起使用，能夠很輕易穩定地產生鞘流現象，製造出更微小且均勻的乳化小球。

伍、 戰後檢討

觀察鞘流現象的過程中，能否看出中央流體受到剪切力的影響，是變成為單一穩定的層流現象？還是變成為一顆顆的微小球呢？或是發現更奇怪的流體現象？

陸、 動腦大智慧

Q：有沒有其他種方法也可以穩定的製作出均勻的微乳化球呢？

柒、 笑看江湖百種事

[1] <http://140.112.114.62/handle/246246/51668>

[2] http://www.iner.gov.tw/doc/03_ResearchFields/ResearchResults/03_Environment/EE-12.pdf

[3] <http://conf.ncku.edu.tw/research/articles/c/20080307/2.html>

附件三

學習單：假手真手分不清楚

1. 調整雷射雕刻參數與雕成品翻製後模具的清晰度有何關係？
2. 將模具以黏土翻製時，只需數秒鐘的時間，若時間過久會有何影響？
3. 你認為本實驗有任何需改進之處或其他相關問題嗎？

學習單：愛恨分明的小水珠－ 物理性質表面改質

1. 兩物質間的接觸角度是否會受物質表面粗糙度之影響？以本實驗

為例，不同

粗糙度表面的螺帽與水珠其接觸角有無明顯差異，其因為何？

2. 請問螺帽於水砂紙上來回磨擦與旋轉磨擦所產生之效果有何差異

性與影響？

3. 你認為本實驗有任何需改進之處或其他相關問題嗎？

學習單：神奇的八爪手

1. 生物實驗中微量吸管是很好的幫手，但有哪些因素可能導致量精準度的差異性呢？
2. 請問一般為了避免微量吸管受汙染，所以操作時需注意哪些事項？
3. 你認為本實驗有任何需改進之處或其他相關問題嗎？

學習單：藏身泡麵中的大秘密

1. 若將油滴入水中與將水滴入油中，經過攪拌後，其會分別出現油滴與水滴嗎？

2. 若將微小球與微纖維絲固化則其形態有何變化？請描述之。

3. 你認為本實驗有任何需改進之處或其他相關問題嗎？

學習單：自然界的剪刀手

1. 請問何謂鞘流現象？
2. 觀察鞘流現象的過程中，能否看出中央流體受到剪切力的影響，
是變成為單一穩定的層流現象？還是變成為一顆顆的微小球呢？
或是發現更奇特的流體現象？
3. 你認為本實驗有任何需改進之處或其他相關問題嗎？

附件四

台南一中親身體驗活動後測問卷

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

你的學校名稱：_____

請問你的姓名：_____

- ☐ 01. 雷射雕刻機的雷射功率愈大，雕刻的圖案深度會愈淺。
- ☐ 02. 當水和管壁之間的附著力小於液體本身內聚力時，即產生毛細現象。
- ☐ 03. 微量吸管(pipette)是為了增加實驗的標準性與正確性所利用的儀器。
- ☐ 04. 褐藻酸會變成膠狀物，將微生物或酵素包住，成為藥物載體，是因為將之放入含鈉的水溶液中所造成的。
- ☐ 05. 鞘流現象為兩種不互溶(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壓力而形成的聚焦現象。
- 06 以下請圈選一個數字你覺得合適的：
- . 6.1 「在模組—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 (很有相關)
- 6.2 「在模組—愛恨分明的小水珠中，以蓮葉、芋葉、水黽觸角表面纖維構造，或者是車打臘為例為例」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 (很有相關)
- 6.3 「在模組—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 (很有相關)
- 6.4 「在模組—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 (很有相關)

6.5 「在模組—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 (很有相關)

7. 你覺得這次的實驗模組『假手真手分不清楚』如何？
(相當無聊) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8
--- 9 (收穫很多)

8. 你覺得這次的實驗模組『愛恨分明的小水珠』如何？
(相當無聊) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8
--- 9 (收穫很多)

9. 你覺得這次的實驗模組『神奇的八爪手』如何？
(相當無聊) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8
--- 9 (收穫很多)

10 你覺得這次的實驗模組『藏身泡麵中的大秘密』如何？
(相當無聊) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8
--- 9 (收穫很多)

11 你覺得這次的實驗模組『自然界的剪刀手』如何？
(相當無聊) 0 --- 1 --- 2 --- 3 --- 4 --- 5 --- 6 --- 7 --- 8
--- 9 (收穫很多)

12 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

13 請問讓你覺得最難理解的是哪個(些)部份？

.

14 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>