

台灣二〇〇五年國際科學展覽會

科 別：環境科學

作品名稱：奈米獵殺

學 校：台南一中

作 者：楊富翔、蔡明宏

作者簡介



我，楊富翔，生於台南縣善化鎮，就讀於台南一中二年級，家庭成員有父母、一妹及一位年過 60 的祖母。家境雖稱不上富裕卻也足夠應付日常所需，父親是一個公務人員，服務於高速公路局。母親是個職業婦女，在私人企業已服務多年。舍妹正就讀於善化國中二年級，朝他心目中理想的學校奮鬥。我則是一個高中生，希望能在一年後有好成績，考上熱門科系，這次有幸能獲得教授們的肯定。讓我有機會進一步探討銀離子殺菌的原理及應用。



我，蔡明宏，生於台南市目前就讀於國立台南第一高級中學二年級，家庭成員中有父親、母親、以及一位兄長，家境普通。從小對化學材料方面就有興趣，藉由國立成功大學高資班計畫，讓我接觸到了最新的科技資訊，而我對於奈米銀的殺菌效果感到十分驚訝，決定和同學一起進行這方面的實驗及探討。

奈米獵殺

一、作品簡介

中文摘要

本實驗是利用二氧化矽分子篩保護奈米銀的方法，有別於市面上奈米銀產品大都以有機溶劑浸泡，且保護劑均是採取界面活性劑，該項產品浸在純水中除了不會改變溶液性質外，又能以分子篩特性讓奈米銀漸進式釋放而達到長效性效果。

針對棉衫吸附奈米銀實驗非常成功，經過十次以上洗滌且放置時間長達一個月以上，對於抗菌效果也有長效性的功能，為本次實驗重大突破。

English abstract :

The experiment is to use SiO₂ molecular sieve protected nano Ag method , different from nano Ag popular product which is organic solvent-soak, and the protectant are all surfactant. This product will not change solvent's property in pure water , beside , molecular sieve generally release nano Ag and achieve long-term effect .

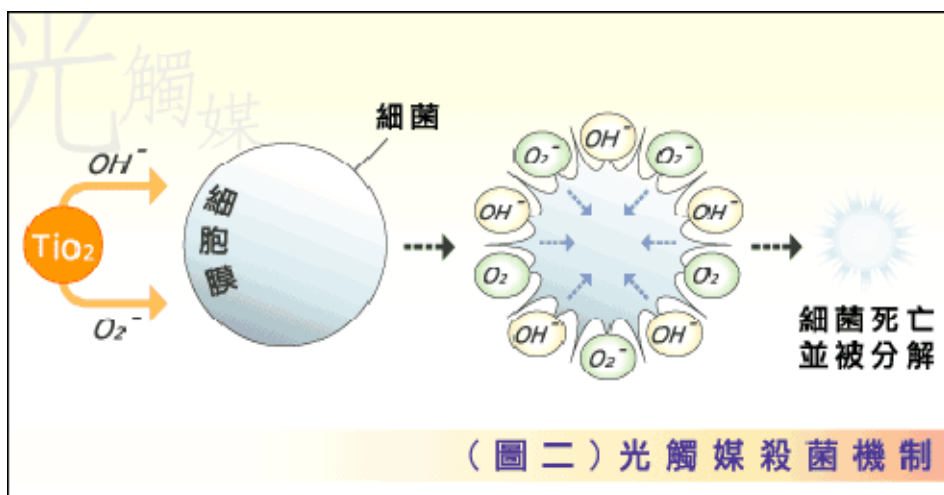
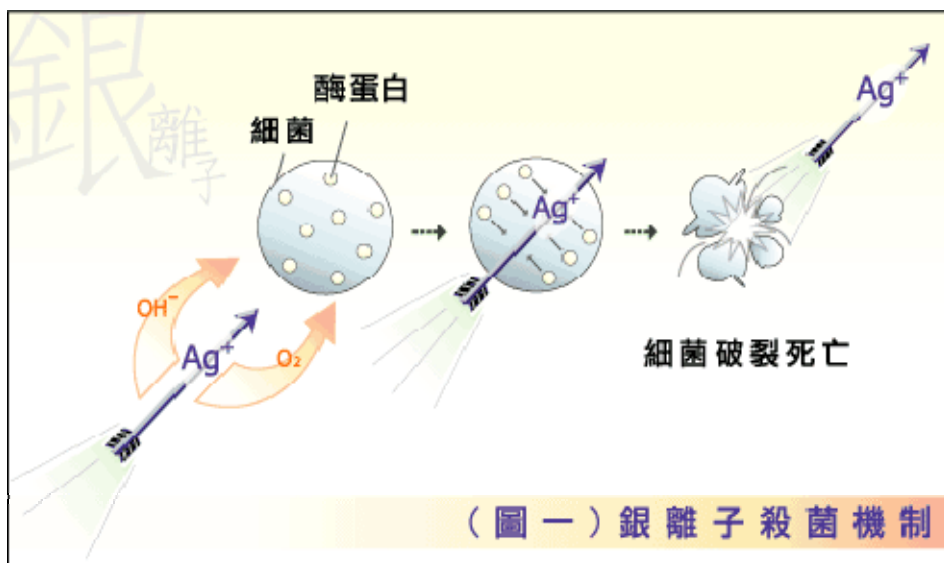
The experiment for cotton clothes adsorptive nano Ag is very successful , and achieve long-term effect in antibacterial property , that is the most significant .

二、內文

(一)前言

一、研究動機

大部分的金屬離子都有氧化抗菌作用，以強度大小區分為銀 $>$ 汞 $>$ 銅 $>$ 鎘 $>$ 鉻 $>$ 鎳 $>$ 鉛 $>$ 鈷 $>$ 鋅 $>$ 鐵，古老早



期以前貴金屬以大多被用來保存食物及抗菌治療使用，如今科學家更發現其中帶正電的銀離子的還原能力最高，與

氧化反應可生成氧自由離子基，具有殺菌且有持久性，這與前一陣子流行的奈米光觸媒抗菌作用機制不同。

二、研究目的

已有相關文獻報導奈米銀顯現出超強、天然的抗菌力，並可防止二次感染，它的作用類似觸媒。它將使細菌、病毒等病菌外層之蛋白酵素產生構形上變異，進而造成細菌新陳代謝降低，並進一步死亡。它會阻礙病毒等有害人體的外來生物生長，但卻不會使人類細胞毒化，如此結果將使病毒等有害生物消失於人體或食物中。

美國藥物食品檢驗局(FDA)強調，奈米銀更優於 1938 年前所使用的銀顆粒，在 1991 年 9 月 13 日的發表文件上，他們說：「此種產品可以運用於商品並繼續被量產，這是因為此處所強調的功效與 1938 年時所強調的功效相同，故他們可以被使用於過去所標榜的功效上。」

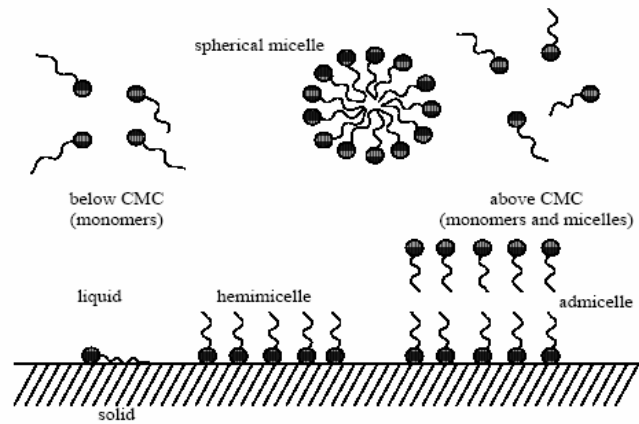
目前市面上奈米銀的產品大都是以有機溶劑保存，所以在使用上有其不方便性，故本實驗是利用分子篩包覆奈米銀，使其能存在水中或有機溶劑中，且在不改變奈米銀的性質下達到長效性的功能。

(二)研究原理

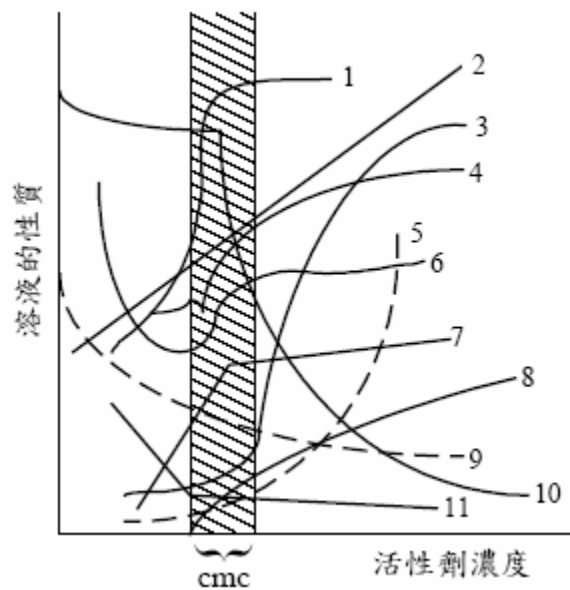
沸石是含鹼金屬、鹼土金屬或稀土金屬之矽鋁酸鹽晶體結構，其晶體基本單元是以矽或鋁為中心，氧原子為四角之四面體(SiO_4^{4-} 及 AlO_4^{5-})，因堆積方式之差異而形成各種不同的沸石；為平衡 AlO_4^{5-} 所造成的電荷不均，則需以金屬離子電荷來補足，如此構成之晶體具多孔性且孔洞窗口大小一致。以離子交換法可使孔洞中之金屬離子機動性地進出；又因孔洞窗口大小一致，故對不同分子產生選擇性而有分子篩(Molecular Sieve)之稱。

本實驗是利用林弘萍教授發展出簡便合成方法，製造出具有孔洞性結構的中孔型沸石，其方法是利用界面活性劑的分子結構是由難溶於水的疏水基(非極性)及易溶於水的親水基(極性)組成，為同時具有疏水及親水兩種性質的兩疏化合物(amphipathic compound)，其特性之一是能在水溶液中聚集，聚集的過程視界面活性劑的種類及溶解系統的情況而定。當界面活性劑溶於水或油中且濃度很低時，與一般化合物相同，每個分子會獨立存在於系統中。當界面活性劑在水溶液中達到某一濃度以上時，會形成分子的聚集體，此時界面活性劑會以形成微胞(micelle)結構的方式穩定的分散在水或油中，在固液

共存之系統中其從單分子形成微胞的型態如圖。



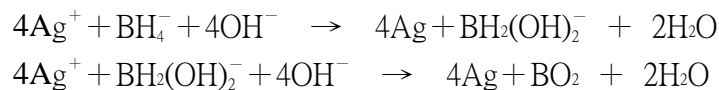
界面活性劑在液相及固相形成微胞之型態。



界面活性劑水溶液濃度所致物理化學性質的變化。

- (1. 洗淨力 2. 密度 3. 高周波電導度 4. 比黏度(η_{sp}) 5. 可溶化 6. 表面張力 7. 滲透壓 8. 濁度 9. 冰點 10. 當量電導度 11. 界面張力) 【cmc 活性劑濃度】

故利用上述原理以四級銨鹽的界面活性劑當保護劑，以 NaBH₄ 還原銀離子後加入水玻璃溶液中，一方面保有奈米銀的性質，且有二氧化矽的保護防止與他物結合，再將製得的產物經約 600°C 高溫爐燃燒 3 小時後將界面活性劑與溶劑去除，剩下的為灰色二氧化矽分子篩保護的奈米銀產品。再將該產品測試抗菌效果。



(三) 研究器材與藥品

高溫爐

高壓滅菌鍋、銀電極、pH/離子濃度計、C₁₉H₄₂BrN、硝酸銀、NaBH₄、水玻璃、pepton(蛋白凍)、yeast extract、agar(洋菜)、NaCl

(四) 研究過程

一、製作培養基

1. 固態

將 NaCl 2g、pepton(蛋白凍) 2g、yeast extract 1g、agar(洋菜) 3g 上述材料加二次蒸餾水混合至 200mL，倒入錐形瓶中，以錫箔紙封住瓶口，放在 127°C 溫度

1.5atm 壓力下的殺菌箱中殺菌四十分鐘，完畢後倒置已滅菌的培養皿(高約 5mm)靜置凝固。

2. 液態

將 NaCl 8g、pepton(蛋白凍) 8g、yeast extract 4g 上述材料加入二次蒸餾水至 800mL 後混合均勻，將之分為 100mL 的錐形瓶共 8 瓶，瓶口用錫箔紙密封，放到 127°C 溫度 1.5atm 壓力下的殺菌箱中滅菌。

二、 抗菌實驗:

1. 紙錠瓊脂擴散實驗

a、以無菌接種環挑起 1~2 個金黃色葡萄球菌落。種入 4~5mL 培養液中，在 37°C 恆溫下培養 8 小時後以滅菌過的 L 形玻璃棒塗抹在固態培養基上。

b、將含奈米銀分子篩粒子附著在紙錠上，每個培養基有二個覆蓋分子篩粒子及二個未覆蓋分子篩粒子的紙錠，放在攝氏 37 度且每分鐘 130 轉的恆溫培養箱中 24 小時觀察之。



2. 瓊脂稀釋實驗

先製作好滅菌過的液態培養液，每瓶 100mL，將含奈米銀分子篩依照實驗方法秤取重量置入培養液錐形瓶中，在 37°C 每分鐘 140 轉 培養 8 小時後，抽取 1 μ P 以 100mL 滅菌過的培養液稀釋後，再從上述混合溶液取 1 μ P 以滅菌過的 L 形玻璃棒塗抹在固態培養基上，放置恆溫 37°C 培養 8 小時後觀察菌落數。

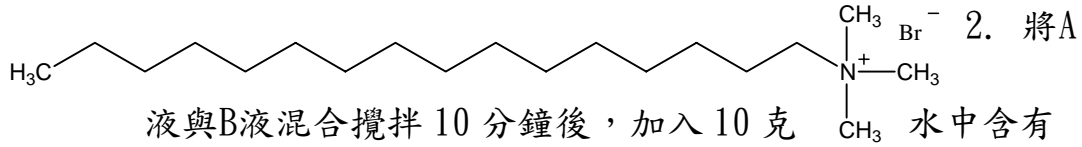
三、奈米銀分子篩製作

1. 利用林弘萍教授提供的改良方法製作，首先將 C₁₆TMAB 1.2 克完全溶解在 25 克水中為 A 液，秤取 0.08 克硝酸銀溶在 20 克水中為 B 液。
2. 將 A 液與 B 液混合攪拌 10 分鐘後，加入 10 克水中含有 0.12 克 NaBH₄ 溶液。
3. 秤水玻璃 4 克溶在 30 克純水中，以 0.1M 氫氧化鈉溶液調整溶液至 pH=9 後加入第二步驟溶液混合攪拌約 15 分鐘，以抽氣過濾法收集產物，並將產物送入 600°C 高溫爐持續 3 小時後取出即可得白色粉末。

四、棉衫吸附奈米銀實驗

1. 利用林弘萍教授提供的改良方法製作，首先將 C₁₆TMAB

1.2 克完全溶解在 25 克水中為A液，秤取 0.08 克硝酸銀
溶在 20 克水中為B液。



0.12 克NaBH₄溶液。

3. 將白色棉衫剪裁為正方形置入第 2 步驟溶液浸泡約 1 小
時後取出，用大量清水沖洗之得到吸附奈米銀棉衫。

五、聚丙烯與聚酯吸附奈米銀實驗

1. 利用林弘萍教授提供的改良方法製作，首先將C₁₆TMAB

1.2 克完全溶解在 25 克水中為A液，秤取 0.08 克硝酸銀
溶在 20 克水中為B液。

2. 將A液與B液混合攪拌 10 分鐘後，加入 10 克水中含有
0.12 克NaBH₄溶液。

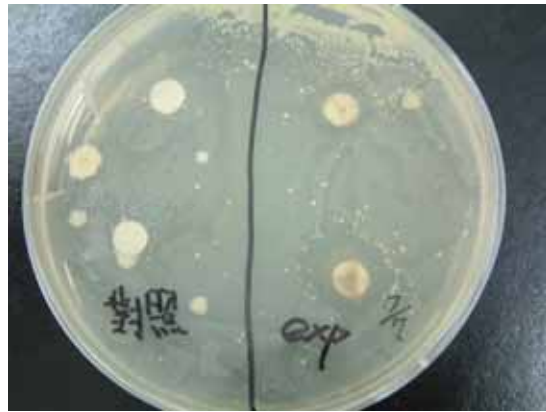
3. 將兩片（聚丙烯+聚酯、聚丙烯+聚乙烯，由台南富樂
雅公司提供）濾網剪裁為正方形置入第 2 步驟溶液浸泡約
1 小時後取出，用大量清水沖洗之得到吸附奈米銀濾網。

(五)研究討論

1、 紙錠瓊脂擴散實驗

為檢驗奈米銀分子篩抗菌成效，於是利用紙錠瓊脂擴散實驗

方法，測量抑制環大小，其抑制環大小約 5 mm 。



2. 瓊脂稀釋實驗

為求出水溶液中銀離子濃度，利用 Nernst 方程式

$$E = E_0 - \frac{nF}{RT} \ln \frac{1}{[Ag^+]}$$

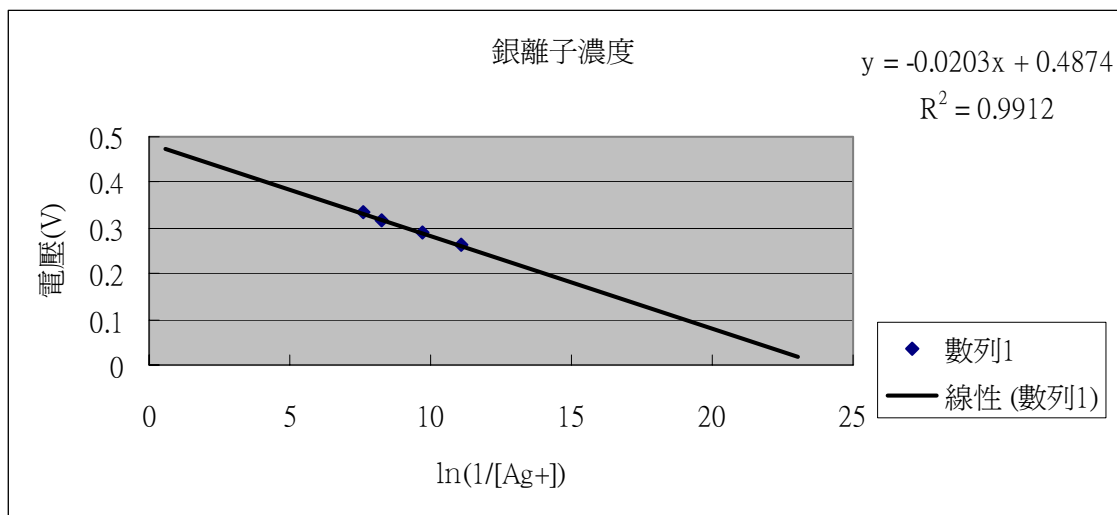
求出奈米銀在 100mL 培養液中釋放出銀離子濃

度

銀離子標準品濃度與電壓關係

銀離子標準品濃度 [Ag ⁺] M	$\frac{1}{[Ag^+]}$	$\ln \frac{1}{[Ag^+]}$	電壓
15.625 ppm	64000	11.06664	0.265
62.5 ppm	16000	9.680344	0.288
250 ppm	4000	8.29405	0.317
500 ppm	2000	7.600902	0.336

銀離子標準品濃度與電壓關係圖








將奈米銀分子篩利用瓊脂稀釋實驗檢測，得到下列表格

分子篩包覆奈米銀之釋放銀離子濃度與電壓關係



分子篩包覆奈米銀 重量(克)	電壓 (伏特)	代入標準曲線 公式求出[Ag ⁺] ppm
0.001	0.1555	0.079
0.0015	0.1601	0.099
0.004	0.1631	0.115
0.01	0.1706	0.166
0.03	0.1853	0.344

分子篩包覆奈米銀對於金黃色葡萄球菌之抗菌結果報告表

	$\frac{0.001\text{克}}{100\text{mL培養液}}$	$\frac{0.0015\text{克}}{100\text{mL培養液}}$	$\frac{0.004\text{克}}{100\text{mL培養液}}$	$\frac{0.01\text{克}}{100\text{mL培養液}}$	$\frac{0.03\text{克}}{100\text{mL培養液}}$
菌落數	24×10^{10} 個	17×10^{10} 個	8×10^{10} 個	3×10^{10} 個	0
銀離子濃度	0.079 ppm	0.099 ppm	0.115 ppm	0.166 ppm	0.344 ppm
圖片					

3. 棉衫吸附奈米銀抗菌實驗

因為棉布吸附奈米銀而呈黃色，但是製造過程以四級銨鹽之界面活性劑當保護劑，該保護劑具有肥皂清潔功能而有抗菌效果，故本實驗經過強力洗滌三次以上烘乾後實施抗菌實驗，經過 24 小時後其效果得到驚人之舉，竟然抗菌達 100%

	
未吸附奈米銀之棉衫實驗	已吸附奈米銀之棉衫實驗

(六) 結論與應用

1、紙錠瓊脂擴散實驗

由於分子篩具有孔洞效應，其奈米銀釋放為漸進式，但是該項實驗在固態中進行，擴散效過較差，導致抑制效果未如預期來的佳，其抑制環大小約 5 mm。

2、瓊脂稀釋實驗

將奈米銀分子篩利用瓊脂稀釋實驗檢測，得到下列表格

	$\frac{0.001\text{克}}{100\text{mL培養液}}$	$\frac{0.0015\text{克}}{100\text{mL培養液}}$	$\frac{0.004\text{克}}{100\text{mL培養液}}$	$\frac{0.01\text{克}}{100\text{mL培養液}}$	$\frac{0.03\text{克}}{100\text{mL培養液}}$
銀離子濃度	0.079 ppm	0.099 ppm	0.115 ppm	0.166 ppm	0.344 ppm
菌落數	24×10^{10} 個	17×10^{10} 個	8×10^{10} 個	3×10^{10} 個	0
抑制細菌效果					最佳

由於本項實驗是在液體中進行，其奈米銀釋放後擴散效果佳，其分子篩奈米銀不僅對水溶液性質無影響外，且分子篩具有孔洞效應，能長時間慢慢釋放奈米銀，達到無污染且長效性效果，實為本項實驗重大發現

3、棉衫吸附奈米銀抗菌實驗

為了解空氣清淨機之濾網殺菌功能，於是選擇市面上常見的 3M、飛利浦、國際牌與佳樂福販售濾網來實施抗菌實

驗，發現均無此功能，於是剪裁白色棉質內衣，再依照本實驗方法將棉衫吸附奈米銀，並將產品反覆強力沖洗3次以上後測試抗菌效果，竟然達到100%，本實驗對於濾網改進更是一項重大突破。

4、由台南富樂雅公司提供最常用的濾網，其成分分別為聚丙烯和聚酯、聚丙烯和聚乙烯，發現聚丙烯和聚酯吸附奈米銀效果最佳，並將產品用大量清水沖洗達3次以上後測試抗菌效果，雖然未達到100%，但其效果甚佳，亦為本次實驗重大發現。

(七)未來發展與展望

由於本實驗採用二氧化矽分子篩保護奈米銀，在水中並不會影響水溶液性質，且分子篩具有孔洞效應，所以奈米銀並不會全部瞬間釋放，而是循序漸進式的慢慢釋出，本實驗首次證實該項產品的長效性。

將奈米銀吸附在濾網上達到長效性的抗菌效果，更是市面上空氣清淨機濾網之一大改善，若能改善製造過程使之達到經濟且抗菌佳的效果將是一大挑戰。

(八)參考資料

1. 實用臨床微生物診斷學第四版 蔡文城博士 九州圖書文物有限公司 1987
2. Hong-Ping Lin, Yu-Shan Chi, Jiunn-Nan Lin, Chung-Yuan Mou and Ben-Zu wan, "Direct Synthesis of MCM-41 Mesoporous Aluminosilicates Containing Au Nanoparticles in Aqueous Solution". *Chem, Lett.*, **2001**, 1116.
3. 圖解奈米科技 川和之二等 工業技術研究院 2002
4. 銀鈮合金奈米粒子與金奈米粒子的表面修飾 曾耀弘 成功大學化學碩士論文 2002
5. 含奈米無機微粒塑膠光纖之製作及光學特性研究 何佳樺 國立成功大學化工碩士論文 2003
6. 以奈米插層型水滑石催化丙酸與丁醇之酯化反應研究 黃文旗 國立成功大學化工碩士論文 2003
7. 抗菌氫氧基磷灰石覆層研究 黃慶文 國立清華大學材料工程學碩士論文 2003
8. 中孔洞中孔洞分子篩晶體研究 王達興 國立成功大學化學系碩士論文 2003
9. 金、銀、鈮及其合金之奈米顆粒的合成與應用 劉俊鴻 國立台灣大學化學研究所碩士論文 2002
10. 合成高均勻度之中孔洞氧化矽球 陳朝楠 國立成功大學化學系

碩士論文 2003

11. 以"油-界面活性劑-水"微乳液為模板製備囊泡狀中孔洞材料 陳

東文 國立成功大學化學系碩士論文 2003

12. 立方型孔道中孔洞材料MCM-48及中孔碳材之合成 林彥伯 國立

成功大學化學系碩士論文 2003