

納米科普系列實驗的開發（三）

具有特異功能磁性納米粒子

文•圖 | 康玉專 麥秀芝 郭麗姬 許子琪 李德兆

為了激發中學生對當代前沿科技的興趣，加深中學生對納米科技的認識，作者在澳門科技發展基金的資助下，組織指導學生開發了系列納米科普小實驗，並編寫了實驗講義。以下是《具有特異功能磁性納米粒子》的實驗講義。也希望藉此為本澳中學生開展課餘研究性學習提供一些較新的參考材料。

具有特異功能磁性納米粒子

一、目的意義：

- 1、認識磁性納米材料所具有的特殊性質。
- 2、認識磁性納米粒子與材料的應用及前景。
- 3、認識磁性納米粒子的廣泛存在。

二、原理和方法

1、實驗原理：

超順磁性（superparamagnetism）是指：物質剩餘磁化強度 M_r 和矯頑力 H_c （coercivity）均趨近於零。超順磁性納米粒子就是指那些在外界磁場中表現一定的磁性，在無外界磁場的條件下不表現磁性的一類納米粒子。納米鐵氧體是眾多磁性納米材料的代表之一具有超順磁性。圖1就是二氧化矽包裹超順磁性納米粒子的透

射電子顯微鏡（TEM）照片。

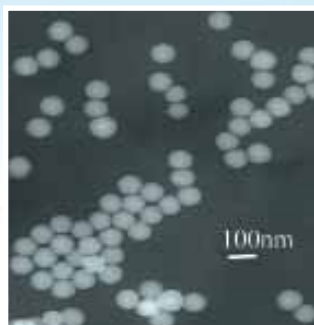


圖1：二氧化矽包裹超順磁性納米粒子TEM照片

本實驗所用超順磁性納米粒子表面連有螢光材料A，分散於螢光染料B的液相環境中。A與B通過特定波長紫外線的照射，可被激發出不同波長的可見光，這裡A可被激發出紅光，B則是綠光。

目前，磁性納米粒子由於具有超順磁性，在材料、環境、生物、醫學等領域具有非常大的應用前景。其中最具有代表性的就是將磁性納米粒子應用於細胞的分離。圖2即為免疫磁性分離造血幹細胞的示意圖。我們可以看到磁性納米粒子的表面經過修飾帶上能特異識別造血幹細胞的抗體，然後在一定的外磁場下將目標造血幹細胞滯留下來。撤除外磁場後，通過洗滌就可將目標細胞收集。

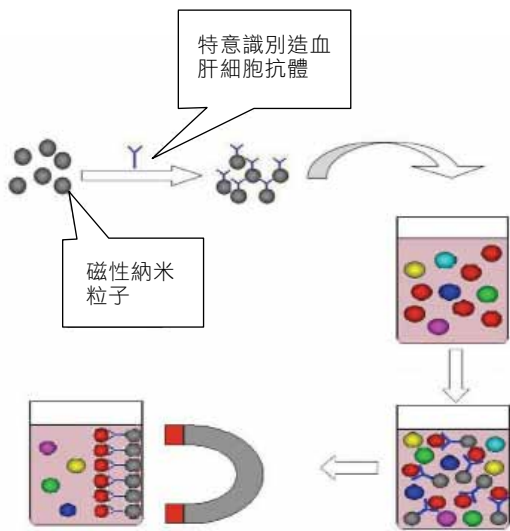


圖 2：造血幹細胞的分離過程示意圖

紫外線的激發下發出紅光，液相中螢光染料B的綠色也顯現了出來（見圖3）。表明我們可以通過在磁性納米粒子表面連接不同的物質，如螢光材料、抗體等，通過磁場的作用實現螢光標記、分離細胞等多種應用。

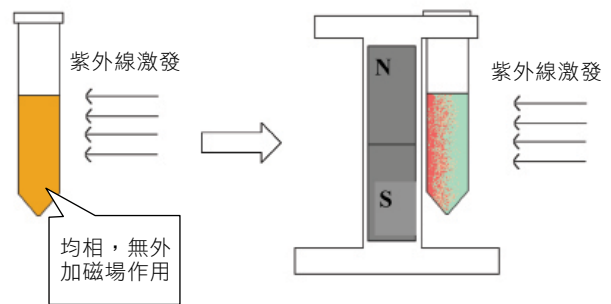


圖 3：實驗效果圖

2、實驗方法：

a、材料和器具：

EP管裝納米實驗試劑、裝有磁鐵的工字架、紫外燈。

b、實驗方法：

安全注意事項：紫外線對人體有危害，不可長時間暴露在此光線下，請在必要觀察時使用，用後及時關閉。

- (1) 搖晃EP管，使試劑在液相中分撒均勻。將EP管置於紫外燈下，打開燈，觀察體系所呈現的顏色，關閉紫外燈。
- (2) 小心地將連有EP管的工字架放置在紫外燈下，打開燈，觀察體系所呈現的顏色，最後關閉紫外燈。

三、結果和討論

1、實驗結果

在磁場的作用下，連有螢光材料A的磁性納米粒子被吸引聚集到管內靠近磁場一側，在紫

2、實驗討論

磁性納米材料的特性不同於常規的磁性材料，具有十分優異的性能：高磁導率，低損耗、高磁化強度等。可實現器件小型化、輕型化、高頻化以及多功能化，近年來發展十分迅速。自然磁性納米材料的應用也非常廣泛，它已成為納米材料科學領域中一個大放光彩的明星，在新材料，能源，資訊，生物醫學等各個領域發揮著舉足輕重的作用。

以納米磁性微球為例，它在生物醫學領域就有著廣泛的應用。由於其作為不溶性載體，在表面接上具有生物活性的吸附劑或其他配體活性物質之後，可以利用它們與指定細胞的特異性結合，在外加磁場作用下將細胞分離，例如前面所講的免疫磁性分離造血幹細胞（見圖2）。利用磁性高分子微球比表面積大，易分離，表面可功能化等優點將其用於免疫測定。通過對磁性微球表面功能化，在外加磁場作用下將藥物載

至預定區域，實現靶向給藥技術等等。

四、小知識

早在上世紀60年代，科學家就已經利用磁性納米粒子的超順磁性，將其用於磁密封。當時宇航員頭盔（圖4）的密封就是納米磁性材料的最重要應用之一。



圖 4：宇航員頭盔的磁密封

其實許多生物體內就有天然的納米磁性粒子，如向磁性細菌（圖5）、鴿子、海豚、石鱉、蝴蝶、蜜蜂（圖6）、人的大腦等等。這些生物在地磁場導航下能辨別方向，具有回歸的本領。磁性超微顆粒實質上是一個生物磁羅盤，以向磁性細菌為例，生活在水中的向磁性細菌依靠體內的納米磁性超微粒游向營養豐富的水底，從而獲得更好的生存環境。通過電子顯微鏡的研究表明，在趨磁細菌體內通常含有直徑約為20納米的磁性氧化物顆粒。

總之，在我們所認識的這個地球上，納米磁性粒子是廣泛存在的。



圖 5：向磁性細菌（1975年科學家發現了一種向磁性細菌——體內有一排磁性納米粒子。）



圖 6：蜜蜂腹部的磁性納米顆粒G代表磁性顆粒

五、思考題

請根據這次實驗提供的相關說明與資料並利用網路資源思考以下幾個問題：

- Q1：以納米磁性微球為例，它在生物、醫學領域有哪些用途？
- Q2：基於納米磁性材料所具有的性質，大膽想像它在未來各個領域可能發揮哪些巨大的作用。

康玉專

濠江中學化學科教師。

麥秀芝 郭麗姬 許子琪 李德兆

濠江中學學生。