【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組 成果報告表單

題目名稱：還原之新，無可奈金

一、摘要：

本實驗主要是運用天然食材中所含的抗氧化劑，將水溶液中的金離子還原為金奈米粒子，因奈米粒子在物理及化學性質上與塊材不同，所以金奈米粒子在不同粒徑大小下，具備不同的吸收波長，在肉眼觀察下會呈現不同顏色。因此本實驗希望以安全且不具毒性的金離子溶液及生活中常見的天然食品做為實驗原料，透過加熱還原形成金奈米粒子，直接觀察判別出是否有氧化還原反應的進行。

二、探究題目與動機

氧化還原反應在日常生活中處處發生，譬如麵包包裝中放有鐵粉包、飲料中加入維他命 C、餅乾中添加維他命 E 做為抗氧化劑，因此思考是不是有何方式可以檢測抗氧化劑，經由詢問老師後，知道在高中有氧化還原實驗，是以過錳酸鉀滴定亞鐵離子，因過錳酸鉀為強氧化劑，在酸性溶液中可將亞鐵離子氧化，過錳酸鉀顏色由原先的紫紅色變為粉紅色，即可以判斷出反應的進行，但因過錳酸鉀氧化力太強，碰觸到皮膚會使皮膚氧化而變色，且實驗後有產生廢液的問題，因此希望透過沒有危害性的方法，進行氧化還原反應的實驗，並希望將此方法推廣。

三、探究目的與假設

在許多的文獻或是宣傳廣告中，常常標榜天然食品中具有抗氧化劑，可減緩或防止體內產生氧化作用，避免自由基破壞身體組織細胞。所以本實驗想要探究以天然的蔬果是否可做為還原金離子的材料，因傳統上合成金奈米粒子，是以具還原性的金屬鹽類或酸，將含有金離子的水溶液還原為金奈米粒子，最常使用的方法是以檸檬酸鈉做為還原劑，且因金奈米粒子具質量當太靠近時會形成聚集，所以檸檬酸鈉的另外一個功能是會在金奈米粒子表面形成帶負電荷的保護基，避免金奈米粒子產生聚集。所以本實驗假設天然食品中的抗氧化劑可將金離子還原為金奈米粒子，並可做為保護基，使金奈米粒子均勻的分散於溶液之中。

四、探究方法與驗證步驟

一、實驗藥品及材料

檸檬酸鈉	普洱茶
紅茶	橘子
梨子	蘋果
四氯金酸	檸檬

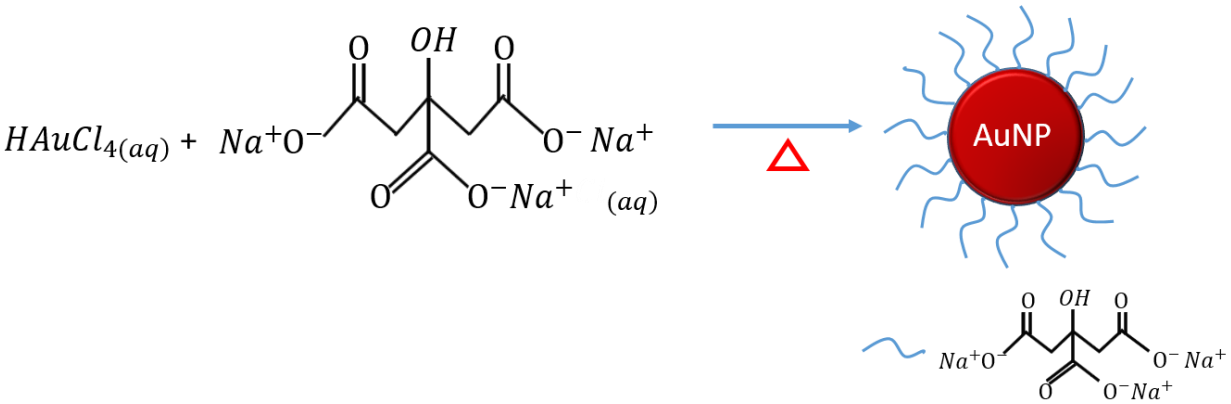
二、實驗儀器與設備

電磁加熱攪拌器	磁石
濾紙（90 mm）	玻璃移液管
燒杯	可調式移液管
容量瓶	樣品瓶（100 mL）

三、研究過程與步驟

(一)實驗原理

傳統在金奈米粒子的製備方法，是以由下而上（bottom-up）的方式，將還原劑加入金離子溶液中，進而還原成為金奈米粒子，水相合成金奈米粒子最常使用的方法，是將檸檬酸鈉溶液加入沸騰的四氯金酸水溶液後（反應過程如圖一），經過一段時間即可自組裝形成金奈米粒子，並均勻的分散於溶液中。



圖一、將檸檬酸鈉溶液加入沸騰的四氯金酸水溶液合成金奈米粒子

(二)實驗步驟

1.以紅茶及普洱茶溶液做為還原劑，還原四氯金酸溶液

(1)取茶包以 100℃蒸餾水 30mL 浸泡 10 分鐘，再以濾紙過濾溶液。

(2)取 100 ppm 的四氯金酸溶液 30 mL 置於樣品瓶中，並將溶液加熱至沸騰後，將 2mL 之萃取液快速加入，直至溶液顏色不再變化，將樣品瓶取下冷卻靜置。

2.以水果萃取液做為還原劑，還原四氯金酸溶液

(1)取新鮮水果以研缽將其倒碎直至變為糜狀，再以濾紙多次過濾水果萃取液。

(2)取 100 ppm 的四氯金酸溶液 30 mL 置於樣品瓶中，並將溶液加熱至沸騰後，將 2mL 之萃取液快速加入，直至溶液顏色不再變化，將樣品瓶取下冷卻靜置。

五、結論與生活應用

一、本實驗以日常生活中的天然食品，以簡單的方式萃取出液體，以此溶液為還原劑，成功的得到金奈米粒子，以簡單直觀的方式觀察到氧化還原的進行。

二、經由不同食品萃取液，可合成出不同顏色的金奈米粒子溶液（如圖二所示），由此可知不同的萃取液中的具還原能力的成分，對於還原四氯金酸溶液及形成金奈米粒子保護基的能力不同。

圖二、各種不同萃取液還原所得金奈米粒子溶液之顏色

三、未來在生活應用方面，可以用此無毒的四氯金酸溶液做為檢測試劑，當未知溶液是否具備有還原能力時，可以用此方式進行初步檢測，而且所產生的金奈米粒子溶液不具毒性，對於環境友善，有利於後續溶液處理及廢棄。

參考資料

1.張安華，實用奈米技術，新文京開發出版股份有限公司，台北，民國九十四年。

2.徐國財，張立德，奈米複合材料，五南圖書出版股份有限公司，台北，民國九十二年。

3.廖先宇、謝秉修。(民 96)。食品中所含抗氧化劑的檢測。中華民國第四十七屆高中化學組科展作品。

4. Scampicchio, M.; Wang, J.; Blasco, A. J.; Sanchez Arribas, A.; Mannino, S.; Escarpa, A. Nanoparticle-Based Assays of Antioxidant Activity. *Anal. Chem.* **2006**, 78, 2060-2063.

5. Blasco, A. J.; Rogerio, M. C.; Gonzalez, M. C.; Escarpa, A. *Anal. Chim. Acta.* **2005**, 539, 237.