

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生活與應用科學科

030818

探討金奈米的顏色變化

高雄縣立路竹高級中學

作者姓名：

國二 陳怡蓁

指導老師：

戴嘉亨 葉志麟

高雄縣第四十五屆中小學科學展覽會作品說明書

組別：國中組

科別：生活與應用科學科

探討金奈米的顏色變化

關鍵字：奈米、顏色、聚集

摘要

我們利用氧化還原法，將 HAuCl_4 水溶液加入一還原劑，如維他命 C，以形成金奈米粒子，改變維他命 C 的濃度和劑量，以及反應時溫度，探討不同反應條件下金奈米粒子的顏色變化及聚集程度，並用紫外光-可見光 (UV-vis) 譜儀器加以鑑定。

實驗發現，在室溫下隨著維他命 C 劑量提升，紫外光-可見光譜的吸收波長愈小，顏色則由紫色變成紅色，而在加熱條件中，則發現金奈米粒子溶液多為紫紅色，表示金奈米粒子間粒徑變大造成 UV-vis 光譜向右偏移；而在對照實驗味精溶液中，由於味精本身不具有還原力，不足以還原 HAuCl_4 以形成金奈米粒子，造成溶液呈現藍紫色，甚至產生沈澱。

壹、研究動機

21 世紀將會是怎麼樣的一個新世紀？又是什麼力量改變了這個世界？它的答案就是-奈米技術！當『奈米』以所向披靡的銳鋒風行全球之際，與奈米技術相關的產品也不斷出現在生活周邊的每一處角落。

究竟什麼是奈米？就字面上來說，奈米(Nanometer, nm)只是普通長度計量的單位；1nm等於 10^{-9} m，然而當物質極小至奈米時，許多塊材所呈現之特性相對消失，取而代之則是一連新的物理及化學性質，以Au為例：在塊材時的顏色為金色，不具有催化能力，但在形成金奈米時，除顏色變為紅色外，更有報導指出金奈米具有催化能力，因此探討奈米技術仍是本世紀科學之重要課題。我們之所以選擇製備金奈米，是因為：大塊金是一個惰性金屬，難以參與化學反應，但若為分散成粒徑範圍在 2 nm的金顆粒，則它就有非常好的催化能力。而不選擇其他金屬，例如：銀奈米，因為銀奈米製備過程嚴格禁止照光，即使是反應後，仍不可照到光，而金奈米雖製備前不可照光，但是製備後並無嚴格禁止照光，這也就是我們要研究金奈米的主要動機。

奈米科技可用之領域相當廣泛，主要有：奈米電子學、奈米材料、奈米生物學、奈米醫學、奈米藥物學、奈米分子機器；對於『知』或『不知』的人而言，奈米彷彿能帶給人類所需要的一切，正預示著一個嶄新時代的來臨！

製備奈米有下列幾種方法：電化學法、放射化學法、光化學法、聲波化學法、化學還原法等；我們選擇化學還原法來製備金奈米，通常主要有以下幾點原因：(一)製備所需儀器取得容易，價格低廉。(二)產生金奈米粒子性質穩定，尺寸大小均勻，易於鑑定及分析。(三)

要製備奈米都是使用一般不易取得的化學藥劑，而我們嘗試利用隨手可取得的維他命 C 及味精，是否能達到相同效果。(四) 相同的反應物卻因反應條件的不同，是否可生成顏色不同的金奈米粒子。因此我們想要研究金奈米粒子隱藏在背後不為人知的秘密。

在國中自然與生活科技第四冊第七章第五節材料科技未來的發展有相關。

貳、研究目的

- 一. 探討維他命 C 溶液在不同溫度、滴數及濃度下，與 HAuCl_4 溶液反應生成金奈米粒子之影響。
- 二. 探討味精溶液在不同溫度、滴數及濃度下，與 HAuCl_4 溶液反應生成金奈米粒子之影響。

參、研究裝置及方法

一、藥品：

HAuCl_4 ----- Alfa Aesar 純度 99.99%
維他命 C----- 五洲
味精 ----- 味全
蒸餾水

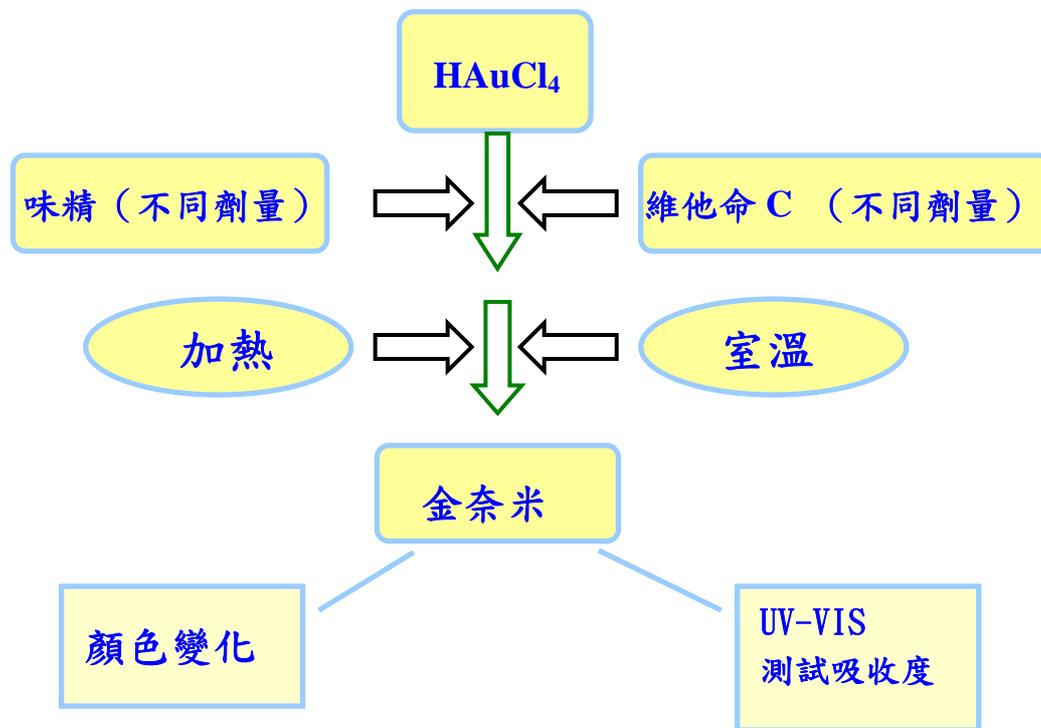
二、器材：

量筒(50ml、25ml、10ml)---各 1 個 滴管-----5 支
燒杯(250ml)-----2 個 燒杯(100ml)-----55 個
溫度計-----2 支 天平-----1 台
鑷子-----1 支 攪拌石-----2 顆
磁石攪拌器-----2 台 蒸餾水洗滌瓶-----3 瓶
玻棒-----2 支 濾紙-----1 盒
漏斗-----2 支 鋁箔紙-----1 捲

碼錶-----2 台 刮勺-----1 支

三、研究方法：

【流程圖】



【研究過程一】

- (1) 將 HAuCl_4 與蒸餾水配製 5mM 的 HAuCl_4 母液。
- (2) 將上述之 HAuCl_4 母液與蒸餾水以 3：27 的體積比例稀釋成『 HAuCl_4 溶液』。如圖（一）所示。

【研究過程二】

- (1) 將 0.2 克維他命 C 加入 10ml 蒸餾水，再行兩次過濾成為無沈澱的維他命 C 水溶液，即為『維他命 C 母液』。如圖（二）所示。
- (2) 取上述的維他命 C 母液與蒸餾水以 1：9 及 2：8 的體積比例個別稀釋成『維他命 C 溶液』。如圖（三）所示。

【研究過程三】

- (1) 取 0.2 克重的味精，加入 10ml 蒸餾水，再行兩次過濾成為

無沈澱的味精水溶液，即為『味精母液』。如圖（四）所示。

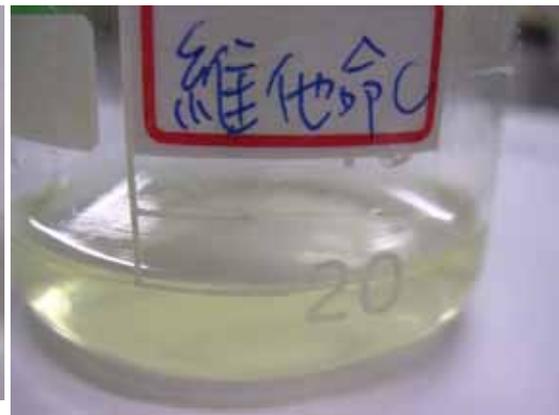
(2) 味精做法同上【研究過程二】步驟(2)，即為『味精溶液』。

【研究過程四】

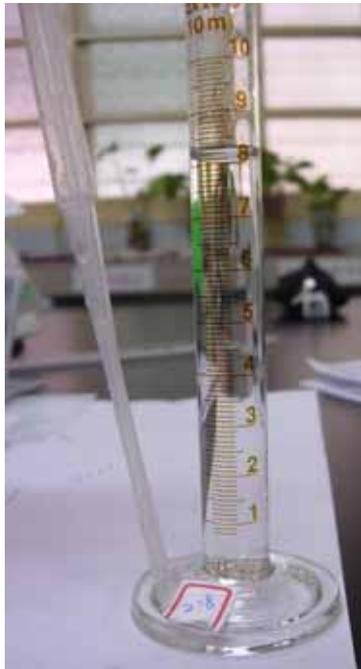
將研究過程一的 HAuCl_4 溶液放入磁石並放置於磁石攪拌器上，以固定轉速，使之攪拌。如圖（五）所示。



↑ 圖（二）、 HAuCl_4 溶液



↑ 圖（一）、維他命 C 母液



↑ 如圖（三）、維他命 C 溶液



↑圖 (四)、味精母液



↑圖 (五)、攪拌中的 HAuCl_4 溶液

【研究過程五】

維他命 C：蒸餾水=1：9

滴數 溫度	5	10	15	20	25	30
25°C	○	○	○	○	○	○
50°C		○	○	○		
70°C		○	○	○		
90°C		○	○	○		

○ → 表示有製備該變因實驗

*說明：

- 1、攪拌中的 HAuCl_4 溶液以每 1 分鐘/滴的速率，分別滴入 5 滴、10 滴、15 滴、20 滴、25 滴、30 滴的維他命 C 溶液，並觀察其顏色變化。
- 2、將 HAuCl_4 溶液放入磁石並放置於磁石攪拌器上，加以隔水加熱，控制溫度於 50°C、70°C、90°C，以固定轉速，使之攪拌。

如圖（六）所示。

3、將攪拌中並隔水加熱的 HAuCl_4 溶液以每 1 分鐘/滴的速率，分別滴入 10 滴、15 滴、20 滴的維他命 C 溶液，並觀察其顏色變化。如圖（七）所示。

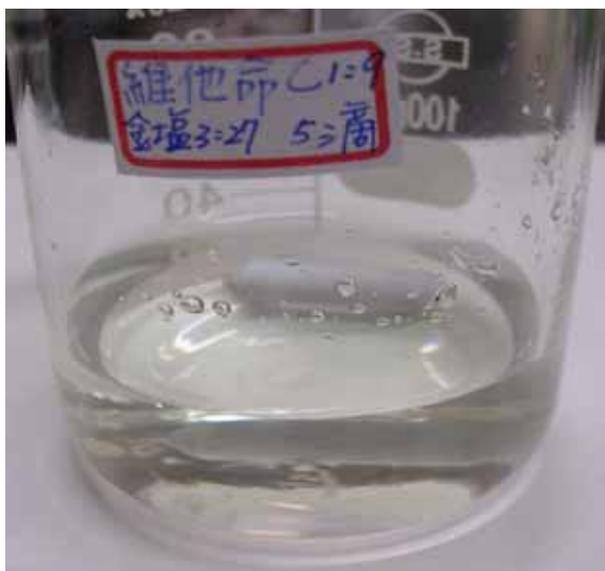


↑圖(六)、隔水加熱

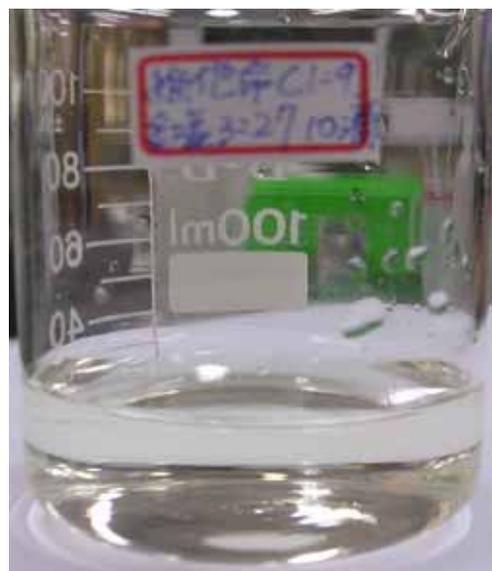


↑圖(七)、逐滴加入維他命 C

***研究過程五之結果：(以照片呈現)**



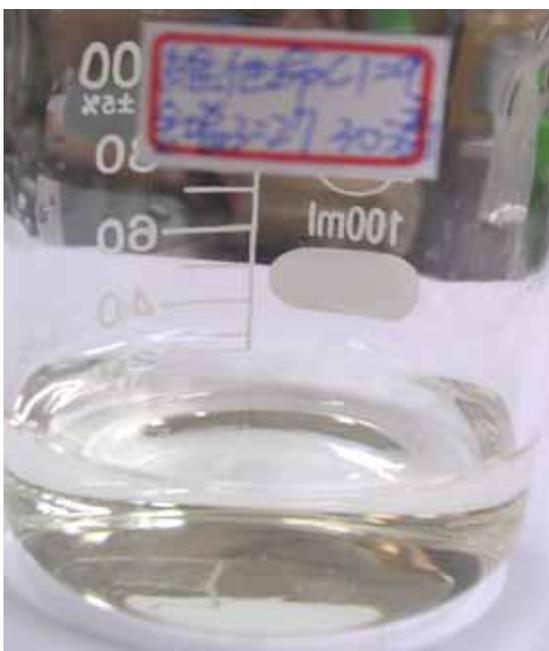
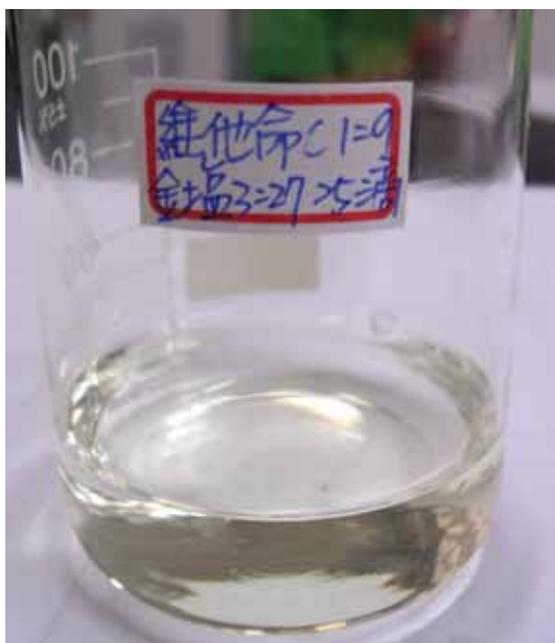
↑圖(八)、25°C 5 滴維他命 C 溶液
(1:9)，反應時間 15 分鐘



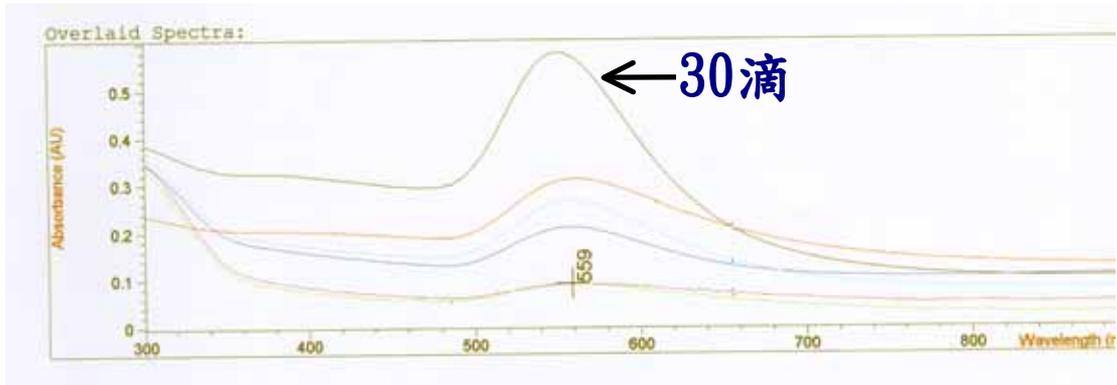
↑圖(九)、25°C 10 滴維他命 C
溶液 (1:9)，反應時間 10 分鐘



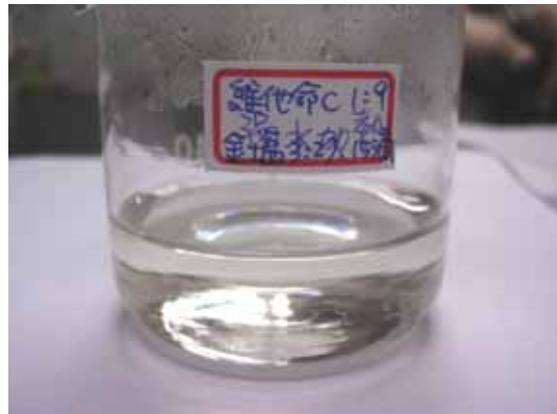
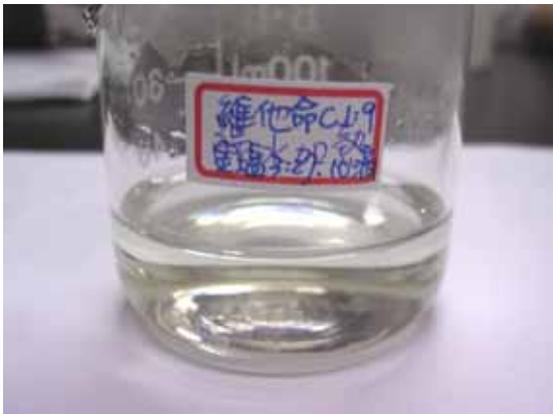
↗圖 (十)、25°C 15 滴維他命 C 溶液 (1:9)，反應時間 25 分鐘
 ↗圖 (十一)、25°C 20 滴維他命 C 溶液 (1:9)，反應時間 30 分鐘



↗圖 (十二)、25°C 25 滴維他命 C 溶液 (1:9)，反應時間 35 分鐘
 ↗圖 (十三)、25°C 30 滴維他命 C 溶液 (1:9)，反應時間 40 分鐘

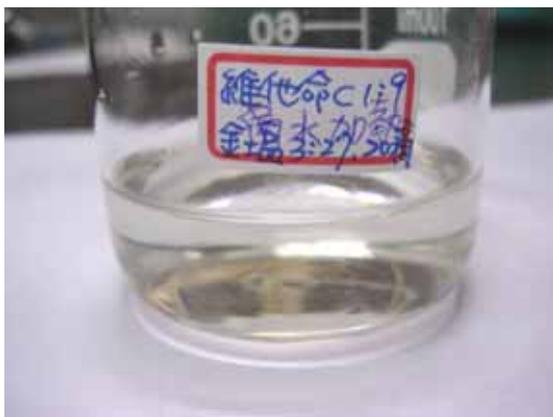


↑ 圖 (十四)、維他命 C : 蒸餾水=1 : 9 25°C UV-vis 圖

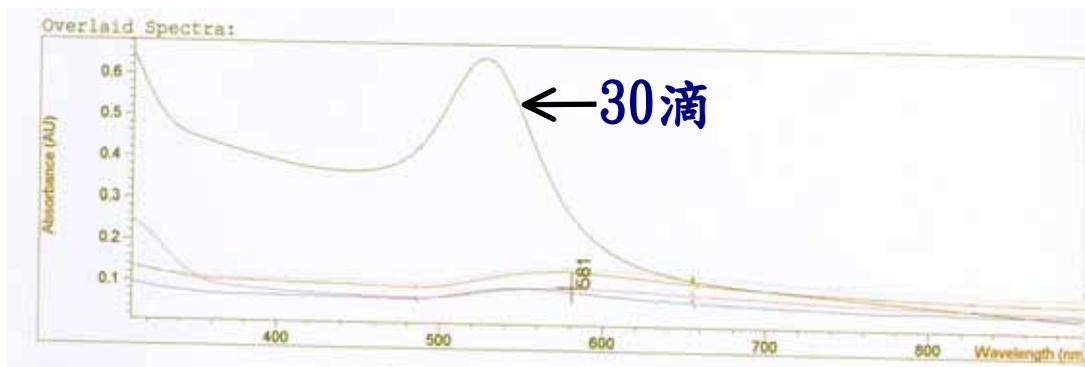


↑ 圖 (十五)、50°C 10 滴維他命 C 溶液 (1 : 9), 反應時間 20 分鐘

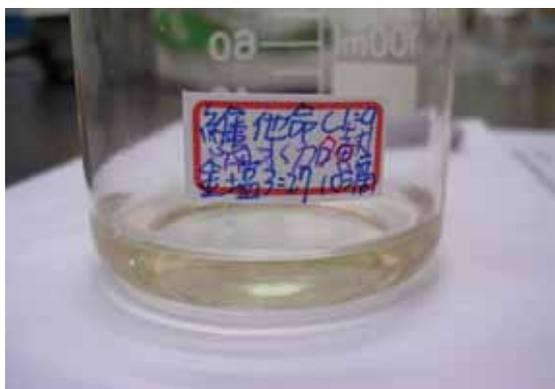
↑ 圖 (十六)、50°C 15 滴維他命 C 溶液 (1 : 9), 反應時間 25 分鐘



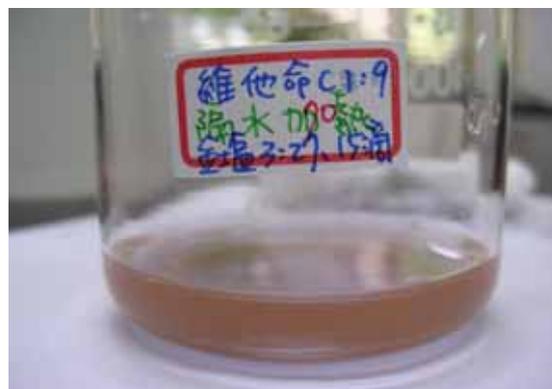
↑ 圖 (十七)、50°C 20 滴維他命 C 溶液 (1 : 9), 反應時間 30 分鐘



↑ 圖 (十八)、維他命 C : 蒸餾水=1 : 9 50°C UV-vis 圖



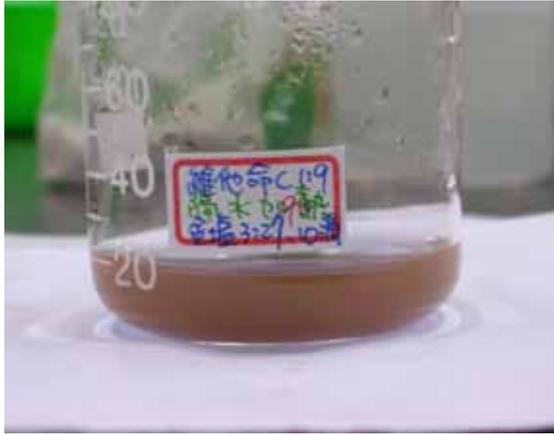
↑ 圖 (十九)、70°C 10 滴維他命 C 溶液 (1 : 9), 反應時間 20 分鐘



↑ 圖 (二十)、70°C 15 滴維他命 C 溶液 (1 : 9) 反應時間分鐘

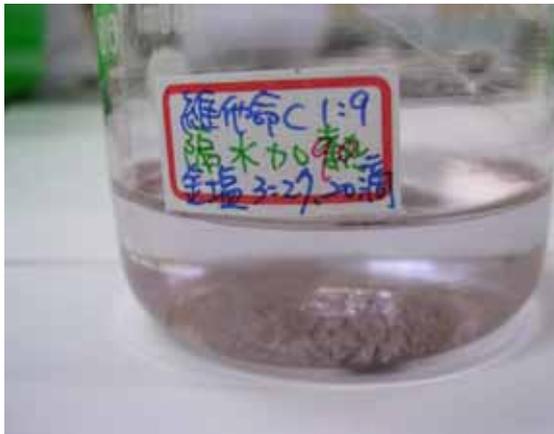


↑ 圖 (二十一)、70°C 20 滴維他命 C 溶液 (1 : 9), 反應時間 30 分鐘



↑圖 (二十二)、90°C 10 滴維他命 C 溶液 (1:9), 反應時間 20 分鐘

↑圖 (二十三)、90°C 15 滴維他命 C 溶液 (1:9), 反應時間 35 分鐘



↑圖 (二十四)、90°C 20 滴維他命 C 溶液 (1:9), 反應時間 30 分鐘

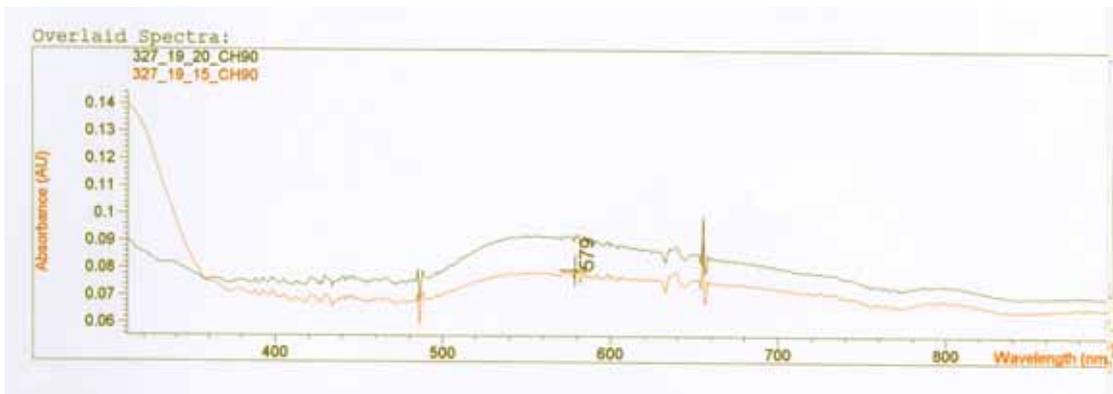


圖 (二十五)、維他命 C：蒸餾水=1：9 90°C UV-vis 圖

註：327_19_20_CH90 為 H_{Au}Cl₄：蒸餾水=3：27，維他命C：蒸餾水=1：9

90°C 20 滴

327_19_15_CH90 為 H_{Au}Cl₄：蒸餾水=3：27，維他命C：蒸餾水=1：9

90°C 15 滴

【研究過程六】

維他命 C：蒸餾水= 2：8

滴數 溫度	5	10	15	20	25	30
25°C	○	○	○	○	○	○
50°C		○	○	○		
70°C		○	○	○		
90°C		○	○	○		

○ → 表有製備該變因實驗

*說明：

- 1、攪拌中的 H_{Au}Cl₄ 溶液以每 1 分鐘/滴的速率，分別滴入 5 滴、10 滴、15 滴、20 滴、25 滴、30 滴的維他命 C 溶液，並觀察其顏色變化。
- 2、將 H_{Au}Cl₄ 溶液放入磁石並放置於磁石攪拌器上，加以隔水加熱，控制溫度於 50°C、70°C、90°C，以固定轉速，使之攪拌。
- 3、將攪拌中並隔水加熱的 H_{Au}Cl₄ 溶液以每 1 分鐘/滴的速率，分別滴入 10 滴、15 滴、20 滴的維他命 C 溶液，並觀察其顏色變化。

*實驗過程六之結果：(以照片呈現)



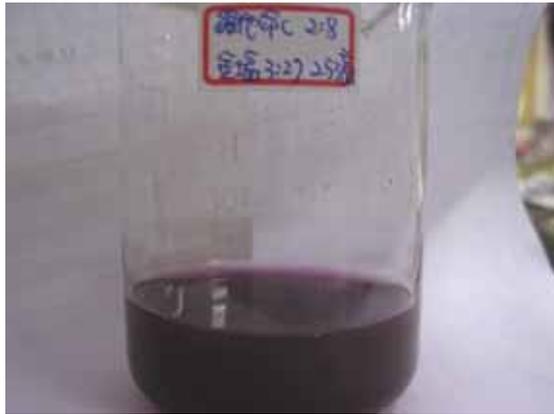
圖(二十六)、25°C 5滴維他命C溶液(2:8), 反應時間15分鐘
 圖(二十七)、25°C 10滴維他命C溶液(2:8), 反應時間20分鐘



圖(二十八)、25°C 15滴維他命C溶液(2:8), 反應時間25分鐘

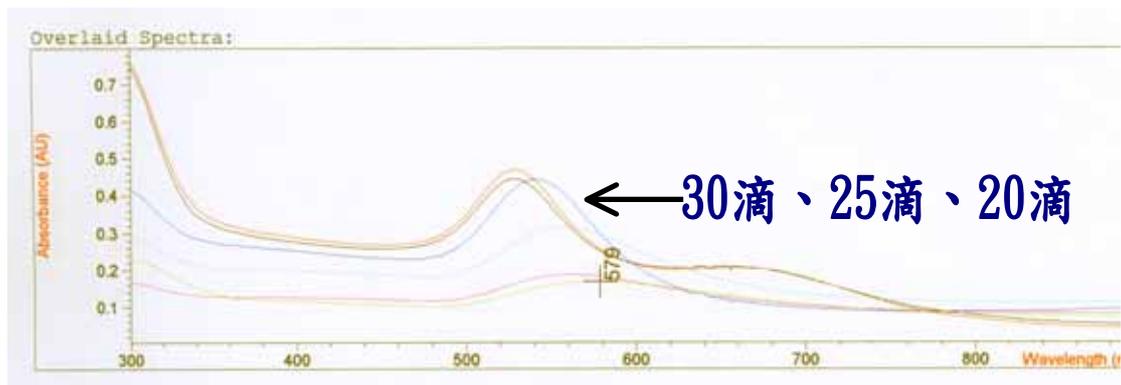


圖(二十九)、25°C 20滴維他命C溶液(2:8), 反應時間30分鐘

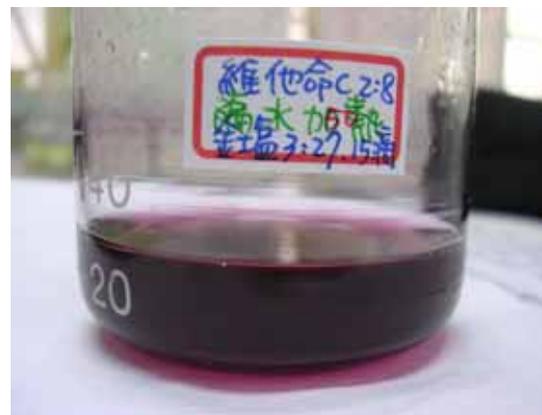


↑圖 (三十)、25°C 25 滴維他命 C 溶液 (2 : 8)，反應時間 35 分鐘

↑圖 (三十一)、25°C 30 滴維他命 C 溶液 (2 : 8)，反應時間 40 分鐘



↑圖 (三十二)、維他命 C : 蒸餾水=2 : 8 25°C UV-vis 圖



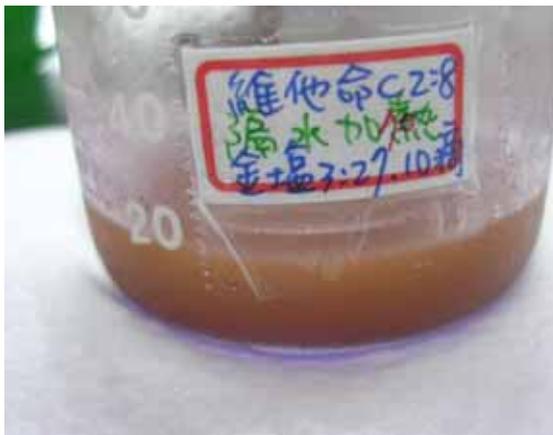
↑圖 (三十三)、50°C 10 滴維他命 C 溶液 (2 : 8)，反應時間 20 分鐘

↑圖 (三十四)、50°C 15 滴維他命 C 溶液 (2 : 8)，反應時間

25 分鐘



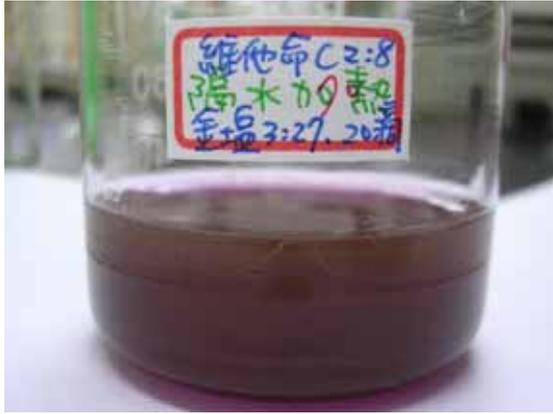
← 圖 (三十五)、50°C 20 滴維他命 C 溶液 (2:8)，反應時間 30 分鐘



↑ 圖 (三十六)、70°C 10 滴維他命 C 溶液 (2:8)，反應時間 20 分鐘



↑ 圖 (三十七)、70°C 15 滴維他命 C 溶液 (2:8)，反應時間 25 分鐘



← 圖 (三十八)、70°C 20 滴維他命 C 溶液 (2:8), 反應時間 30 分鐘



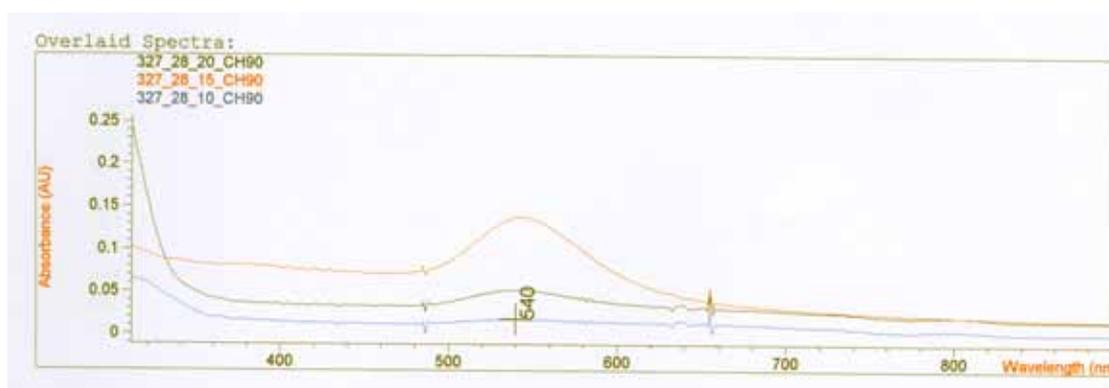
↑ 圖 (三十九)、90°C 10 滴維他命 C 溶液 (2:8), 反應時間 20 分鐘



↑ 圖 (四十)、90°C 15 滴維他命 C 溶液 (2:8), 反應時間 25 分鐘



↑圖 (四十一)、90°C 20 滴維他命 C 溶液 (2 : 8)，反應時間 30 分鐘



↑圖 (四十二)、維他命 C : 蒸餾水=2 : 8 90°C UV-vis 圖

註：327_28_20_CH90 為 HAuCl_4 : 蒸餾水=3 : 27，維他命C : 蒸餾水=2 : 8
90°C 20 滴

327_28_15_CH90 為 HAuCl_4 : 蒸餾水=3 : 27，維他命C : 蒸餾水=2 : 8
90°C 15 滴

327_28_10_CH90 為 HAuCl_4 : 蒸餾水=3 : 27，維他命C : 蒸餾水=2 : 8
90°C 10 滴

【研究過程七】

味精 : 蒸餾水=1 : 9

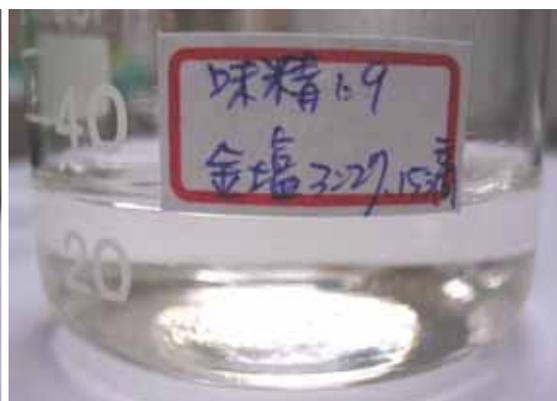
溫度 \ 滴數	5	10	15	20	25	30
25°C		○	○	○		
50°C		○	○	○		
70°C		○	○	○		
90°C				○		

○ → 表有製備該變因實驗

*** 說明：**

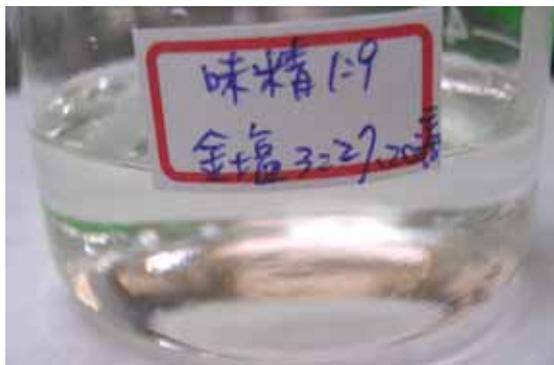
- 1、攪拌中的 HAuCl_4 溶液以每 1 分鐘/滴的速率，分別滴入、10 滴、15 滴、20 滴的味精溶液，並觀察其顏色變化。
- 2、將 HAuCl_4 溶液放入磁石並放置於磁石攪拌器上，加以隔水加熱，控制溫度於 50°C、70°C、90°C，以固定轉速，使之攪拌。
- 3、將攪拌中並隔水加熱的 HAuCl_4 溶液以每 1 分鐘/滴的速率，分別滴入 10 滴、15 滴、20 滴的味精溶液，並觀察其顏色變化。

*** 研究過程七之結果：(以照片呈現)**

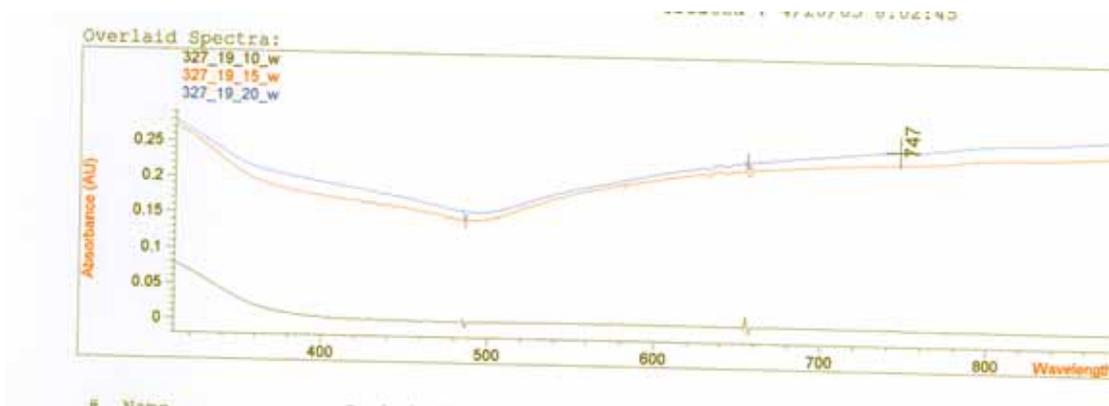


↑圖 (四十三)、25°C 10 滴味精溶液 (1:9)，反應時間 20 分鐘 ↑圖 (四十四)、25°C 15 滴味精溶液 (1:9)，反應時間 25 分

鐘



↑圖 (四十五)、25°C 20 滴味精溶液 (1:9)，反應時間 30 分鐘

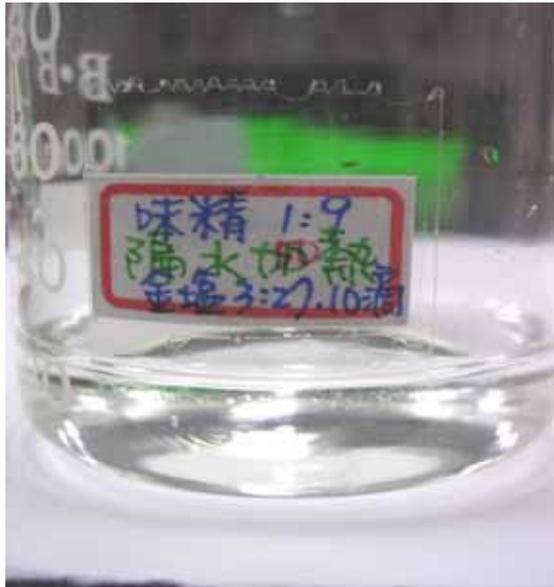


↑圖 (四十六)、味精：蒸餾水=1：9 25°C UV-vis 圖

註：327_19_10_W 為 HAuCl_4 ：蒸餾水=3：27，味精：蒸餾水=1：9
25°C 10 滴

327_19_15_W 為 HAuCl_4 ：蒸餾水=3：27，味精：蒸餾水=1：9
25°C 15 滴

327_19_20_W 為 HAuCl_4 ：蒸餾水=3：27，味精：蒸餾水=1：9
25°C 20 滴



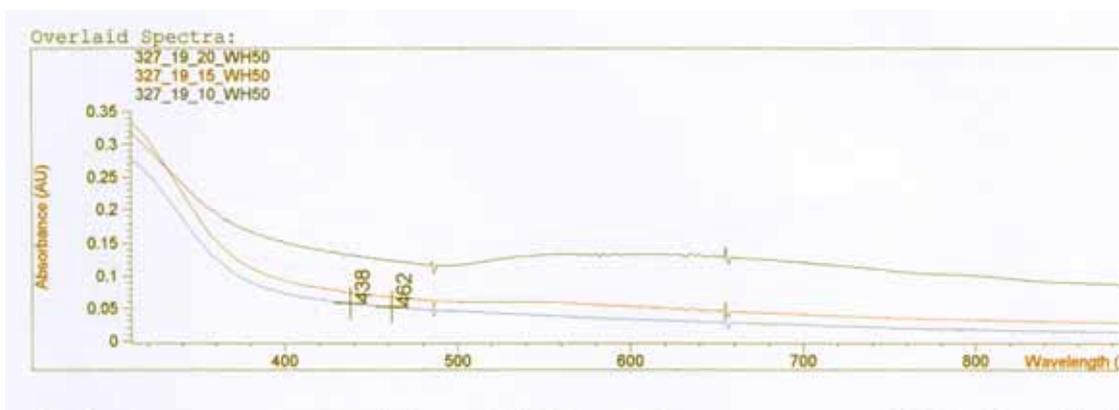
↑圖(四十七)、50°C 10 滴味精溶液 (1:9)，反應時間 20 分鐘



↑圖(四十八)、50°C 15 滴味精溶液 (1:9)，反應時間 25 分鐘



←圖(四十九)、50°C 20 滴味精溶液 (1:9)，反應時間 30 分鐘



↑圖(五十) 味精：蒸餾水=1：9 50°C UV-vis 圖

註：327_19_20_WH50 為 HAuCl_4 ：蒸餾水=3：27，味精：蒸餾水=1：9

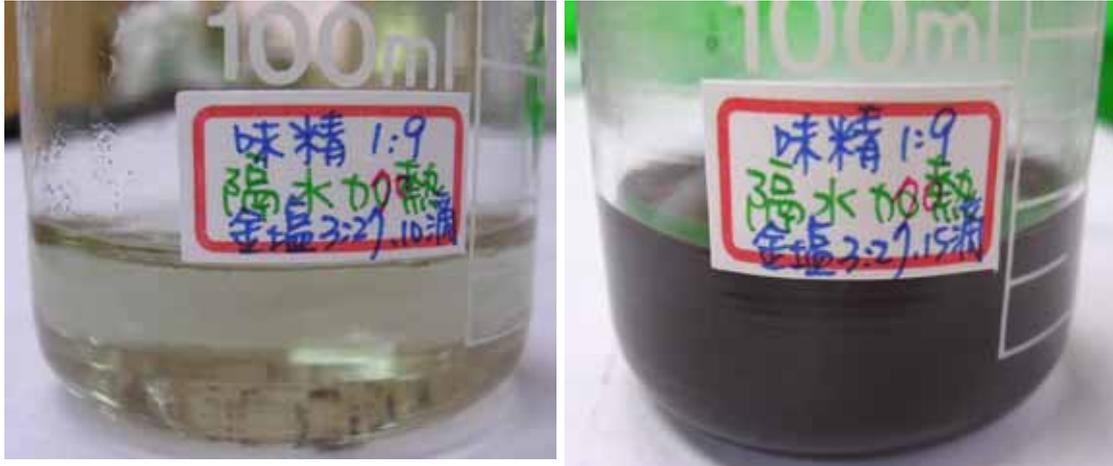
50°C 20 滴

327_19_15_WH50 為 HAuCl_4 : 蒸餾水=3 : 27, 味精 : 蒸餾水=1 : 9

50°C 15 滴

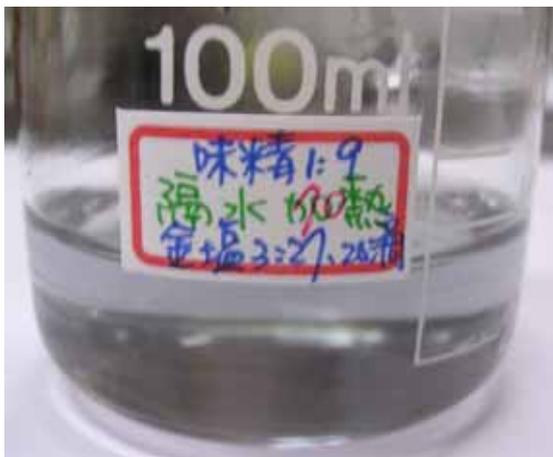
327_19_10_WH50 為 HAuCl_4 : 蒸餾水=3 : 27, 味精 : 蒸餾水=1 : 9

50°C 10 滴



↑圖 (五十一)、70°C 10 滴味精溶液 (1 : 9), 反應時間 20 分鐘

↑圖 (五十二)、70°C 15 滴味精溶液 (1 : 9), 反應時間 25 分鐘



←圖 (五十三)、70°C 20 滴味精溶液 (1 : 9), 反應時間 30 分鐘



↑圖 (五十四)、90°C 20 滴味精溶液
(1 : 9)，反應時間 30 分鐘

【研究過程八】

味精：蒸餾水=2：8

滴數 溫度	5	10	15	20	25	30
25°C		○	○	○		
50°C		○	○	○		
70°C			○	○		
90°C		○	○	○		

○ → 表有製備該變因實驗

* 說明：

- 1、攪拌中的 HAuCl_4 溶液以每 1 分鐘/滴的速率，分別滴入 10 滴、15 滴、20 滴的味精溶液，並觀察其顏色變化。
- 2、將 HAuCl_4 溶液放入磁石並放置於磁石攪拌器上，加以隔水加熱，控制溫度於 50°C、70°C、90°C，以固定轉速，使之攪拌。
- 3、將攪拌中並隔水加熱的 HAuCl_4 溶液以每 1 分鐘/滴的速率，分別滴入 10 滴、15 滴、20 滴的味精溶液，並觀察其顏色變化。

*研究過程八之結果：(以照片呈現)



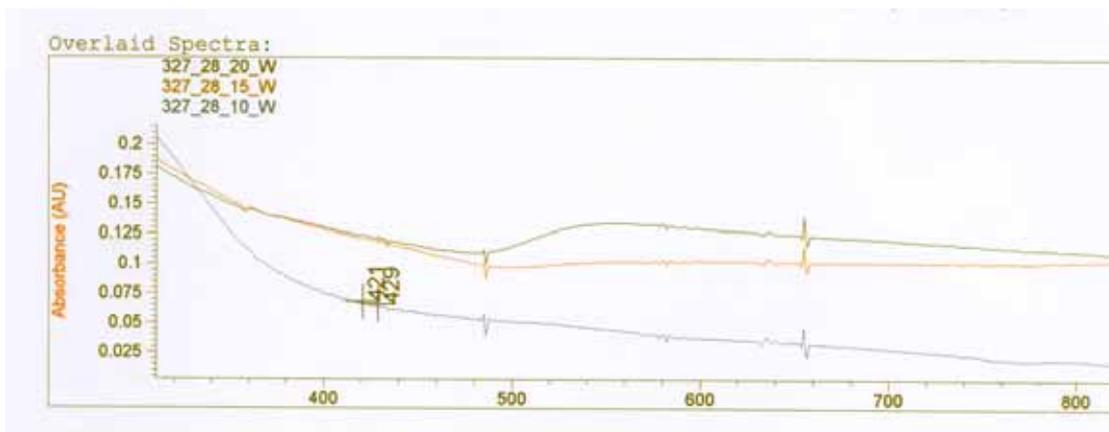
↑圖 (五十五)、25°C 10 滴味精
溶液 (2:8)，反應時間 20 分鐘



↑圖 (五十六)、25°C 15 滴味精
溶液 (2:8)，反應時間 25 分鐘



↑圖 (五十七)、25°C 20 滴味精
溶液 (2:8)，反應時間 30 分鐘



↑ 圖 (五十八)、味精：蒸餾水=2：8 25°C UV-vis 圖

註：327_28_20_W 為 HAuCl_4 ：蒸餾水=3：27，味精：蒸餾水=2：8

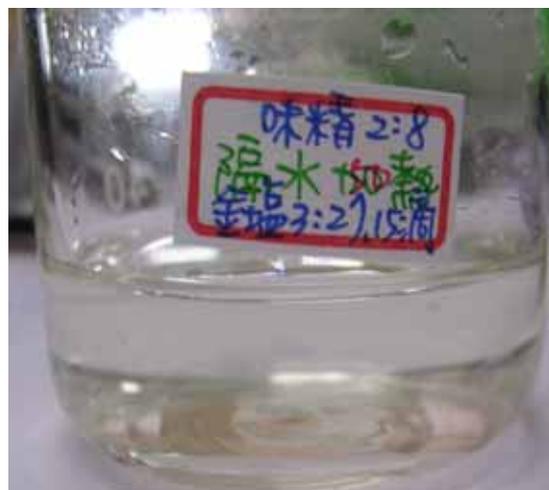
25°C 20 滴

327_28_15_W 為 HAuCl_4 ：蒸餾水=3：27，味精：蒸餾水=2：8

25°C 15 滴

327_28_10_W 為 HAuCl_4 ：蒸餾水=3：27，味精：蒸餾水=2：8

25°C 10 滴

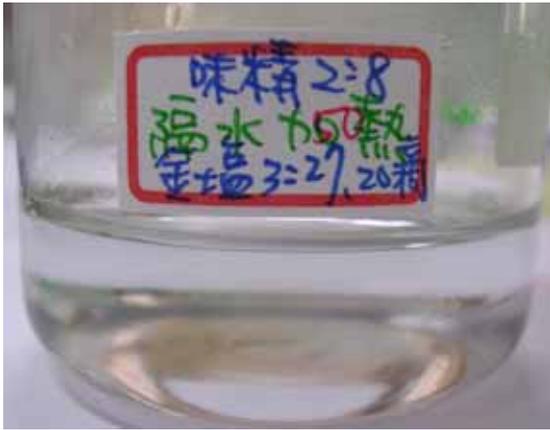


↑ 圖 (五十九)、50°C 10 滴味精

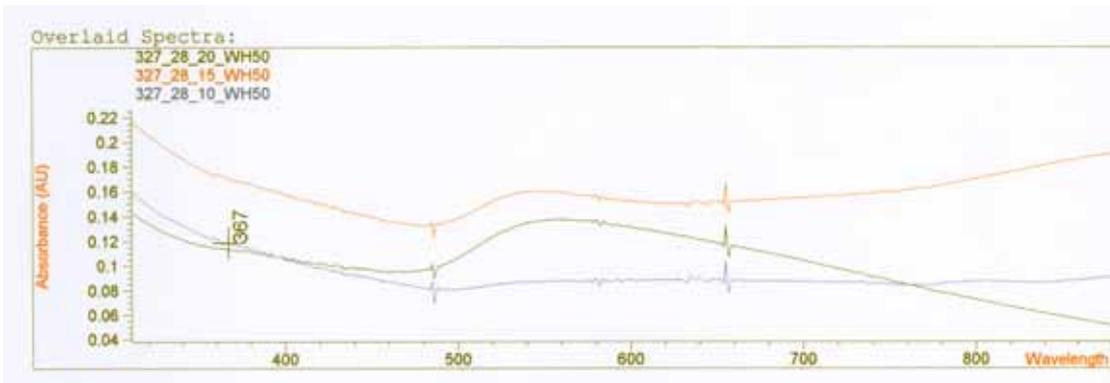
溶液 (2：8)，反應時間 20 分鐘

↑ 圖 (六十)、50°C 15 滴味精溶

液 (2：8)，反應時間 2 分鐘



← 圖 (六十一)、50°C 20 滴味精
溶液 (2 : 8)，反應時間 30 分鐘

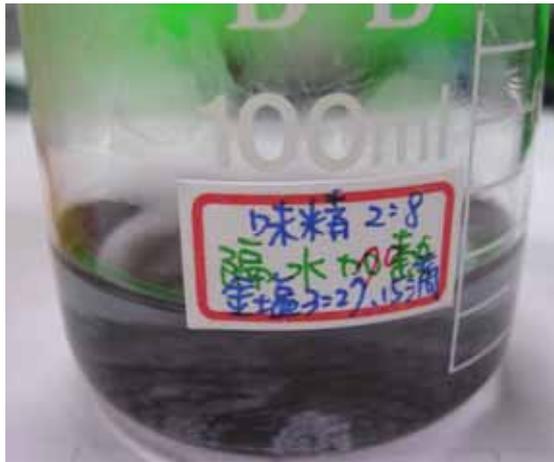


↑ 圖 (六十二)、味精：蒸餾水=2 : 8 50°C UV-vis 圖

註：327_28_20_WH50 為 HAuCl_4 ：蒸餾水=3 : 27，味精：蒸餾水=2 : 8
50°C 20 滴

327_28_15_WH50 為 HAuCl_4 ：蒸餾水=3 : 27，味精：蒸餾水=2 : 8
50°C 15 滴

327_28_10_WH50 為 HAuCl_4 ：蒸餾水=3 : 27，味精：蒸餾水=2 : 8
50°C 10 滴



↑圖 (六十三)、70°C 15 滴味精溶液 (2:8)，反應時間 25 分鐘



↑圖 (六十四)、50°C 20 滴味精溶液 (2:8)，反應時間 30 分鐘



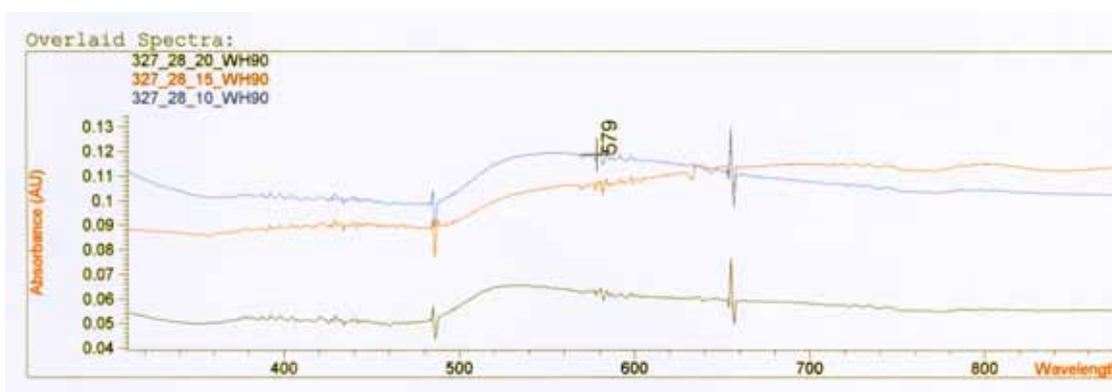
↑圖 (六十五)、90°C 10 滴味精溶液 (2:8)，反應時間 20 分鐘



↑圖 (六十六)、90°C 15 滴味精溶液 (2:8)，反應時間 25 分鐘



↑ 圖 (六十七)、90°C 20 滴
味精溶液 (2:8), 反應時間 30 分
鐘



↑ 圖 (六十八)、味精：蒸餾水=2：8 90°C UV-vis 圖

註：327_28_20_WH90 為 HAuCl_4 ：蒸餾水=3：27，味精：蒸餾水=2：8
90°C 20 滴

327_28_15_WH90 為 HAuCl_4 ：蒸餾水=3：27，味精：蒸餾水=2：8
90°C 15 滴

327_28_10_WH90 為 HAuCl_4 ：蒸餾水=3：27，味精：蒸餾水=2：8
90°C 10 滴

肆、分析與討論

討論 (一): 室溫下, 探討不同滴數、濃度的維他命 C 溶液對生成金奈米粒子之影響

從研究過程五及六發現, 在室溫下, 隨著維他命C濃度與滴數的提高, 溶液顏色逐漸由原本 HAuCl_4 的金黃色, 變成透明無色, 再來便形成紅色的金奈米粒子溶液, 而UV-vis光譜亦證實當維他命C劑量提升時, 吸收峰的波長可由 580 nm位移至 526 nm。這證實維他命C除了還原 HAuCl_4 形成金奈米以外, 隨著劑量的提升, 更有使奈米顆粒尺寸變小之特性, 這是因為在奈米尺度下, 其UV-vis光譜吸收峰的位置會隨著尺寸大小的不同而有所變化。一般來說, 吸收峰波長愈小, 相對地奈米尺寸愈小, 顏色愈傾向紅色; 然而, 當尺寸變大時, 吸收波長會變大外, 顏色也由紅色逐漸轉變成藍紫色。此外, 吸收峰半高寬的寬窄, 也說明瞭奈米粒子尺寸的均勻性, 即半高寬愈窄時, 金奈米粒子尺寸分佈範圍愈小, 粒徑大小愈相近。而這種現象的生成, 主要歸因於維他命C劑量多寡所扮演的角色不同。

維他命C的學名為Ascorbic acid, 是一抗氧化劑, 即具有還原效果。當一開始加入時, 它所扮演的角色便是還原劑, 主要功用是將 Au^{3+} 還原成Au原子, 最後Au原子再聚集成金奈米粒子, 若此時有存在多餘維他命C時, 維他命C便會吸附在金奈米表面, 做一保護劑, 此時的功用便是防止金奈米粒子過度聚集而使尺寸變大, 最後形成沈澱。

因此, 從研究過程五及六的實驗結果證實, 維他命 C 濃度與滴數的多寡, 會影響奈米尺寸的大小與均勻性, 這可由圖(十四)及圖(三十二)的UV-vis光譜圖得知, 30滴維他命C溶液所生成金奈米粒子的吸收波長及半高寬為最小值, 是一紅色溶液。

討論 (二): 加熱下, 探討不同滴數、濃度的維他命 C 溶液對生成金奈米粒子之影響

從研究過程五及六發現, 在加熱下 (50°C、70°C、90°C), 隨著維他命 C 濃度與滴數的提高, 基本上金奈米粒子的吸收波長及半高寬愈來愈小, 但卻無法像常溫下, 出現紅色溶液, 取而代之的是橘紅色混濁溶液, 而且燒杯底部會有沈澱生成, 如圖 (十八)、(二十五)、(四十二) 所示。

這種現象主要是加熱過程中, 維他命C還原 Au^{3+} 的速率增加, 以致生成的金原子聚集的速率大於維他命C吸附在金奈米粒子表面的速率, 而且在高溫下, 更易進行表面脫附反應, 因此金奈米粒子表面的保護劑不夠完全, 這也是造成奈米溶液顏色改變, 形成沈澱的主因之一。

此外, 在高溫下, 維他命 C 的化學結構遭到破壞, 缺乏還原能力, 這也是為何在高溫下金奈米溶液在 UV-vis 光譜圖大約在 540 nm 吸收波長的原因, 如圖 (四十二) 所示。

討論 (三): 探討不同滴數、濃度的味精溶液對生成金奈米粒子之影響

從研究過程七及八發現, 在室溫或加熱下, 隨著味精濃度與滴數的提高, 溶液顏色逐漸由原本 HAuCl_4 的金黃色, 變成透明無色, 卻無法形成紅色金奈米溶液, 反而是藍紫色的溶液且有沈澱生成。這種現象主要是由於味精的主要成分是麩胺酸鈉 (Monosodium Glutamate, $\text{HOOCCH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-\text{Na}^+$), 亦有稱為谷氨酸鈉, 本身不具有還原性官能基 (如: 醛基、羥基...等)。因此當加到 HAuCl_4 溶液時, 並無法擔任還原劑的角色使 Au^{3+} 還原成Au原子, 進而聚集成

奈米粒子，因此在UV-vis光譜圖亦證明並無明顯吸收峰的出現，如圖(四十六)、(五十)、(五十八)、(六十二)、(六十八)所示，而且溶液顏色也非紅色，而是藍紫色的聚集沈澱。

伍、結論

從本次實驗中，我們選擇一具有高還原力的維他命C以及不具還原力的味精做一比較，實驗結果發現，維他命C在常溫下即表現出其高還原力，可將 HAuCl_4 還原成紅色的金奈米粒子，而且隨著維他命C劑量的提升，在UV-vis光譜吸收峰有明顯左移的現象；然而在高溫下，由於反應速率加快造成金原子聚集程度過大，易生成藍紫色沈澱。

至於味精，由於本身不具有還原性官能基，因此無法有效還原 HAuCl_4 以生成金奈米粒子，在室溫或加熱下皆無紅色溶液生成，而UV-vis光譜圖亦無明顯的吸收峰出現。

陸、參考文獻

- 1、黃德歡；改變世界的納米技術；瀛舟出版社；第 19-20 頁、第 22-23 頁；2002 年 5 月。
- 2、陳毓宏；新穎的奈米粒子合成方法與在生醫上的應用：金銀，金鈹，金；國立成功大學化學研究所；第 17 頁。
3. 郭重吉；自然與生活科技第四冊；南一書局；第 170 頁-172。

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國中組 生活與應用科學科

030818

探討金奈米的顏色變化

高雄縣立路竹高級中學

評語：

運用氧化還原法在奈米科技上，頗能學以致用，具有科學性與教育性，唯實用性及原創性則有精進的空間。