

高教深耕計畫教學活動記錄表

1.授課教師姓名：俞仁渭老師、李冠明老師、謝明穆老師、江威逸老師 單位：化學系

2.課程名稱：材料化學專題 開課年級： 大四 必修 選修

3.任教學期：111 學年度第二學期 112 學年度第一學期

4.課程類別：問題導向的教學 探究導向的教學 開發新的教學方法及評量工具

5.修課人數：17 人

6.活動概述及成效

(1) 開課老師介紹

老師	所屬領域	研究專長
俞仁渭 老師	物理化學	量子化學、計算化學、Fortran 程式語言
李冠明 老師	無機化學	奈米化學、金屬捕捉
謝明穆 老師	分析化學	毛細管電泳、藥物掌性分析
江威逸 老師	物理化學	超快雷射、顯微鏡、雷射光鉗、超快光譜

(2) 活動內容

此活動是以問題為中心來進行教學，通過問題的探討來建構對知識的理解，問題的設計對於教學成敗是至關重要的。材料化學專題的設計啟發思考和單元主題及理解目標有關，其目的在：

(1) 對核心內容的大概念進行相關的探討；(2) 啟發深度思考與討論，以及新的理解；(3) 學生最初探索的問題序列，最後會成為他自己用來引導及組織所有學習的主要問題。

材料化學專題是以問題導向為核心來學習的，想要解決的問題可以分為以下幾項：

- (1) 研究毛細管電泳的分析原理以及其應用
- (2) 利用農產品廢棄物綠色合成銀奈米粒子是否可行？
- (3) 溫度參數在毛細管電泳中對於醣組學分析領域是否為關鍵參數？
- (4) 測定水合物的含水量
- (5) 不同氣體間熱容比是否存在差異
- (6) 氟分子具有強氧化性的主要原因
- (7) 求出橡皮筋的分子量
- (8) 熱容比的相關變因有哪些？

材料化學專題培養學生以問題為核心來解決問題，在解決關鍵問題之前需要收集資料與設計實驗步驟，接著進行實驗，最後進行實驗數據的統整與分析來解決問題。此問題導向的學習能夠讓

學生獲得一套完整的實驗邏輯訓練。

7.教學反思和評估

問題導向的教學設計優點在於：專注於單元的學習目標和關鍵問題的探討，因此適用於聚焦單元重點及設定學習的優先順序。此活動讓學生獲益匪淺，透過問題導向的學習，搭配每位老師的研究專長，讓學生能夠了解一份研究計畫是如何進行的，從觀察中提出問題，再進行假設並且操作實驗，最後整理實驗數據且依照實驗結果給出合理的推論。

8.教學照片



▲圖一、操作超分子相關實驗



▲圖二、操作離心機



▲圖三、操作壓片機



▲圖四、操作壓片機

材料化學專題- 問題導向學習單

年級	4	學號	410833016	姓名	薛煬霆
問題					
研究毛細管電泳的分析原理以及其應用					
解決問題的方法					
閱讀文獻並找出使用此方法的原因					
器材					
毛細管電泳					
變因					
<p>優缺點:</p> <p>毛細管電泳相較於 HPLC: 有更快的分析時間，分離效率高，且所需的樣品量少，通常僅需 10^{-6} 等級的量。但是這種分析方法仍有一些缺點，像是: 1 分析物種類限制 2 濃度不足導致偵測極限高 3 因樣品量小偵測器靈敏度低等問題，為了改善這些缺點，開始有不同毛細管電泳分離模式出現，以及操作優化。</p> <p>因為毛細管電泳需要依靠不同的帶電量產生速度差來分離，因此若分析物無法被解離且成中性，此分析方法就無法進行。為了解決此問題，於是有越來越多的分離模式出現，至今成熟的分離模式有毛細管區間電泳，毛細管凝膠電泳，毛細管等速電泳，微胞電動層分析，每一種都有其各自的優缺點，其中的微胞電動層分析就能改善不帶電</p>					

分析物的問題。

微胞電動層分析最早是由 Terabe 在 1984 年提出的方法，在緩衝溶液中，加入一活性界面劑，讓分析物形成微胞的狀態，疏水端朝內，親水端朝外，由於每一種物質的分配狀況都不同，所以在移動時也會有所差異，依靠這原理能分離出中性的分析物。

因為毛細管孔徑的很小，因此所能填充的分析物的量很少，造成偵測器的靈敏度不足，為了增加靈敏度，再注入樣品時會希望增加注入時間，以增加分析物的濃度，來改善靈敏度不足的問題。在當中最簡單的使用就是線上濃縮法，提高注射樣品的時間，並且讓分析物有速度差，使較晚注入的樣品可以追趕上前方的分析物。線上濃縮法又可分為多種模式，電場放大堆積、緩衝溶液接合濃縮、掃掠式線上濃縮等。

電場放大堆積(Large-volume sample stacking):為最常見的樣品堆積法，依靠電廠強度不同，讓分析物遷移速度不同，產生堆積。但此方法有一缺點，其樣品的梨子強度需低於緩衝溶液的離子強度，因此在實際樣品偵測上有所缺陷。

緩衝溶液接合濃縮(pH Junction):在不同的 PH 值緩衝溶液，分析物所帶電荷數不同，而有濃縮現象。大部分應用在生物樣品分析，例:抗生素，蛋白質分析。

掃掠是線上濃縮(sweeping-MEKC):使用介面活性劑合分析物在毛細管內遷移速度不同，會有樣品區帶濃縮，因為此方法不受限於離子分析物，如:電廠放大堆積，可以適用於中性分析物，因此近年來較常被使用。[2][3][4]

研究方法與步驟

分析物會先被填充在毛細管中，毛細管的材質是 fused silica，當在毛細管填入緩衝溶液後($\text{pH} > 2$)，毛細管內部的矽烷醇會被解離成帶負電的離子，緩衝溶液中的陽離子就會被負離子吸引形成電雙層。第一層直接吸附在毛細管的叫做固定層，而在外層仍

有正離子被吸附但沒有第一層強的叫做擴散層，在施加電場後，電雙層中擴散層的水和陽離子就會往負極移動，此稱為電滲流，最後透過不同的速度差先後被偵測器接收，就可以知道分析物的成分。一般而言，速度:正離子>中性物質>負離子。

[2][3][4]可由公式推出

$$V=L_{eff}/T=(u_e+u_{eo})E=u_{eff}E=u_{eff}V/L$$

實驗結果與討論

1 分析土壤中成分

草甘膦（N-（膦酰基甲基）甘氨酸）是一種非選擇性有機磷除草劑，用於控制多種作物的雜草和植被。該除草劑在世界範圍內主要用於農業目的，因為與其他除草劑相比，該除草劑的成本較低且對哺乳動物的毒性較低。它的廣泛和不受控制的應用產生了環境問題，例如它通過吸附在土壤中積累，這與其高溶解度有關，草甘膦雖然毒性低，但美國環境部保護署（美國環保署）已將其列為第 III 類有毒物質化合物由於其口服和皮膚的急性毒性。最近的一些研究表明草甘膦是一種內分泌干擾物。因此為了檢測土壤中是否含有這類化合物的成分，必須使用一些特定的分析方法，毛細管電泳就是其中一項。將 CdTe/CdS QD(量子點化學)合毛細管電泳結合，因為 CdTe/CdS QD 作為穩定的熒光團可以集成到分離系統中，例如使用激光誘導熒光（LIF）檢測器的毛細管電泳；這種檢測模式提高了靈敏度，並提供了比 UV 模式更好的檢測限。QD 的電

荷取決於封端配體，因此這些差異促進了它們電泳遷移率的差異，這種效應已經在生物共軛的 CdSe/ZnS QD 中得到報導。考慮到草甘膦與量子點相互作用，目前的工作將 CdTe/CdS 量子點整合到毛細管電泳系統中，用於測定土壤中的草甘膦。此研究最後的結果觀察到 CdTe/CdS QD 的粒子電荷和大小在草甘膦存在下發生變化，這促進了與復合物形成相關的發射信號的增強。這種變化在毛細管電泳中很有用，其中分離過程基於電荷和/或大小的差異。因此，實現了複合物和 QD 的分離，並闡明了發射貢獻。這種方法是基於使用 QD 的分析方法的有用工具，它還提供良好的選擇性。[5]

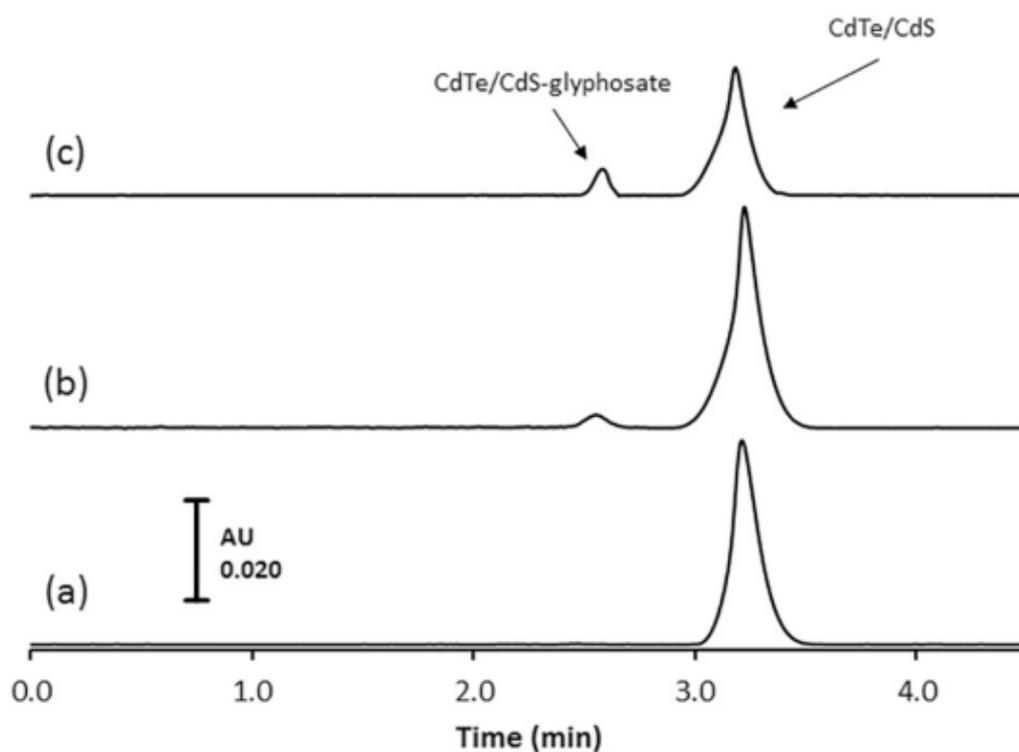


Fig. 2. Electropherograms of: CdTe/CdS QDs (a), CdTe/CdS QDs in presence of different concentrations of glyphosate: 200 mg kg^{-1} (b) and 400 mg kg^{-1} (c).

在不同的濃度的 glyphosate 進行毛細管電泳分析的圖譜

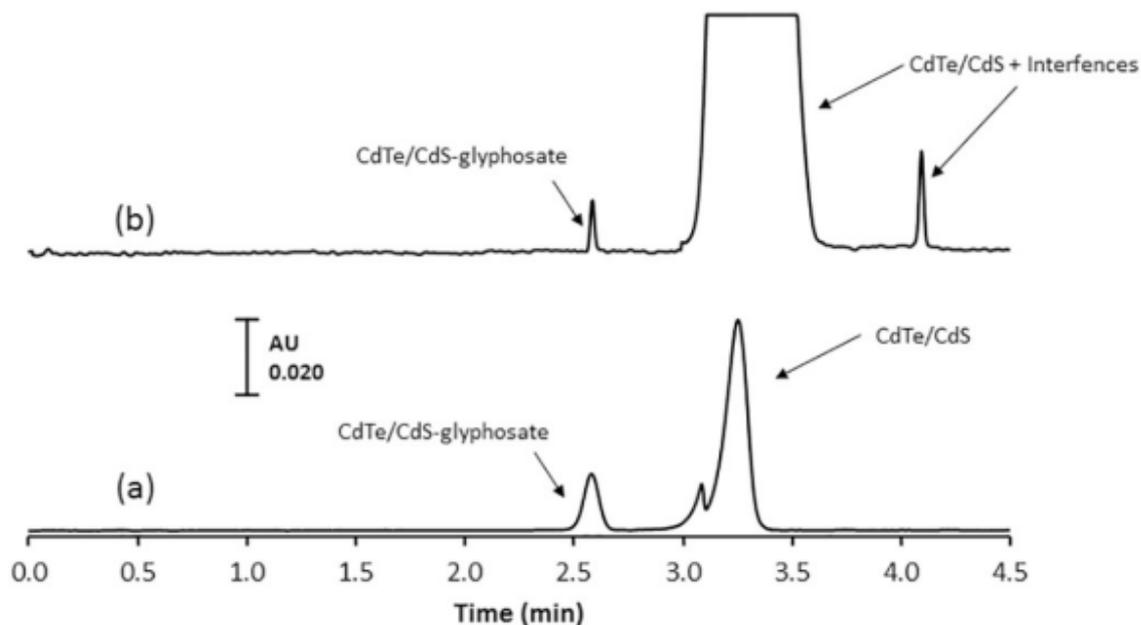


Fig. 3. Electropherograms obtained from the analysis of a soil sample (a) and a spiked sample with organophosphorus plaguicides (200 mg kg^{-1} , EPA 8270 standard) (b).

將土壤樣品進行毛細管電泳測試的電泳圖

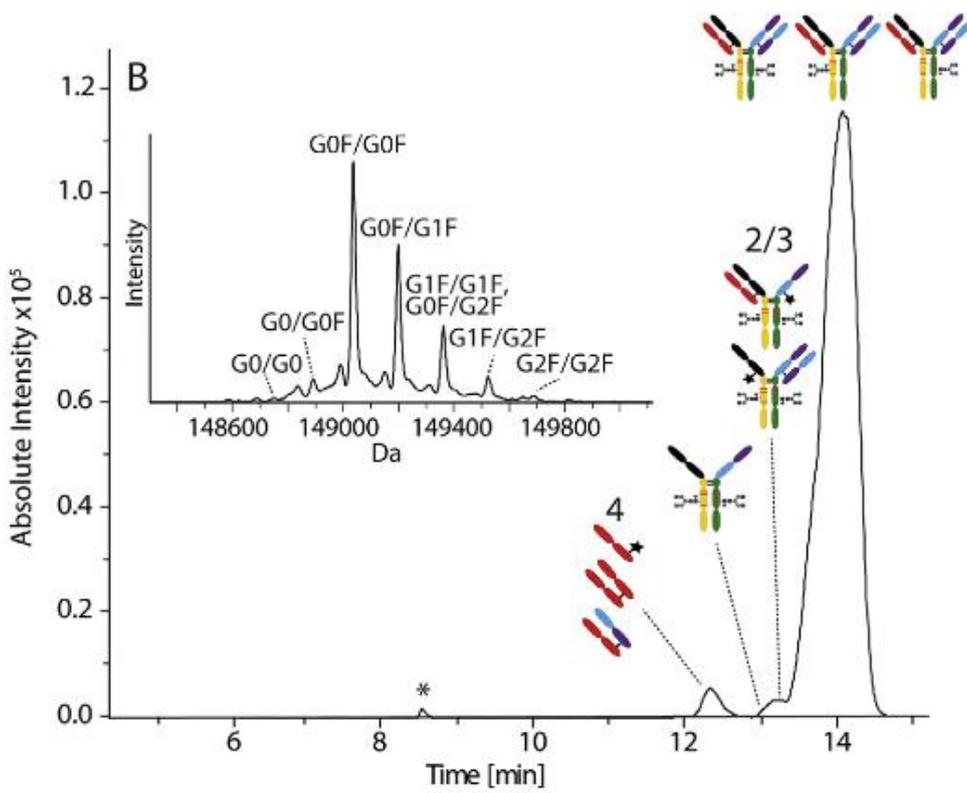
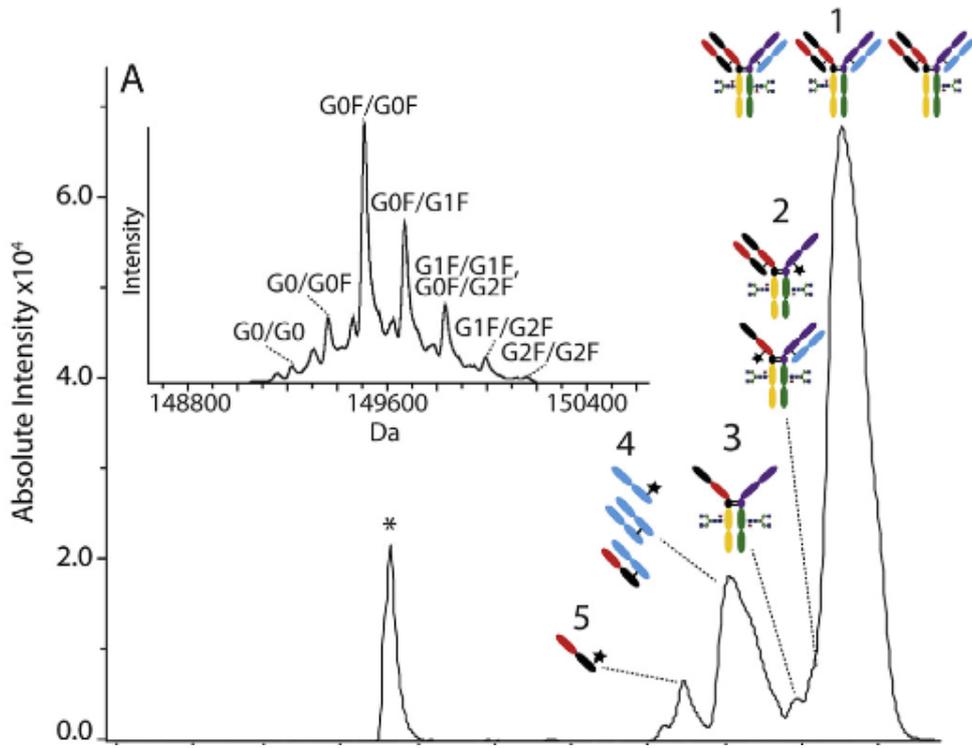
2

毛細管電泳也可以和其他分析儀器做連結使用，如：毛細管電泳-質譜，為生物藥劑學表徵中一項不斷發展的技術。為了獲得有關單體克隆(monoclonal antibodies)的序列、翻譯後修飾和降解產物的信息。完整的分析蛋白質結構且分析結果要接近真實的蛋白質是一大挑戰。在這個級別，實際技術是耗時且複雜的過程。因此作者開發了一種 20 分鐘的分離方法來優化完整單克隆抗體的表徵。分離會是在帶正電荷的塗層毛細管上完成的，該毛細管具有優化的揮發性背景電解質和樣品緩衝液。三個世界衛生當局批准的單克隆抗體已被用於建立一種快速且易於使用的方法。完整的 Intact trastuzumab, rituximab and palivizumab isoforms 已在變性條件下使用該方法在不到 20 分鐘的時間內得到部分分離。且對於每個單克隆抗體，2X-glycosylated

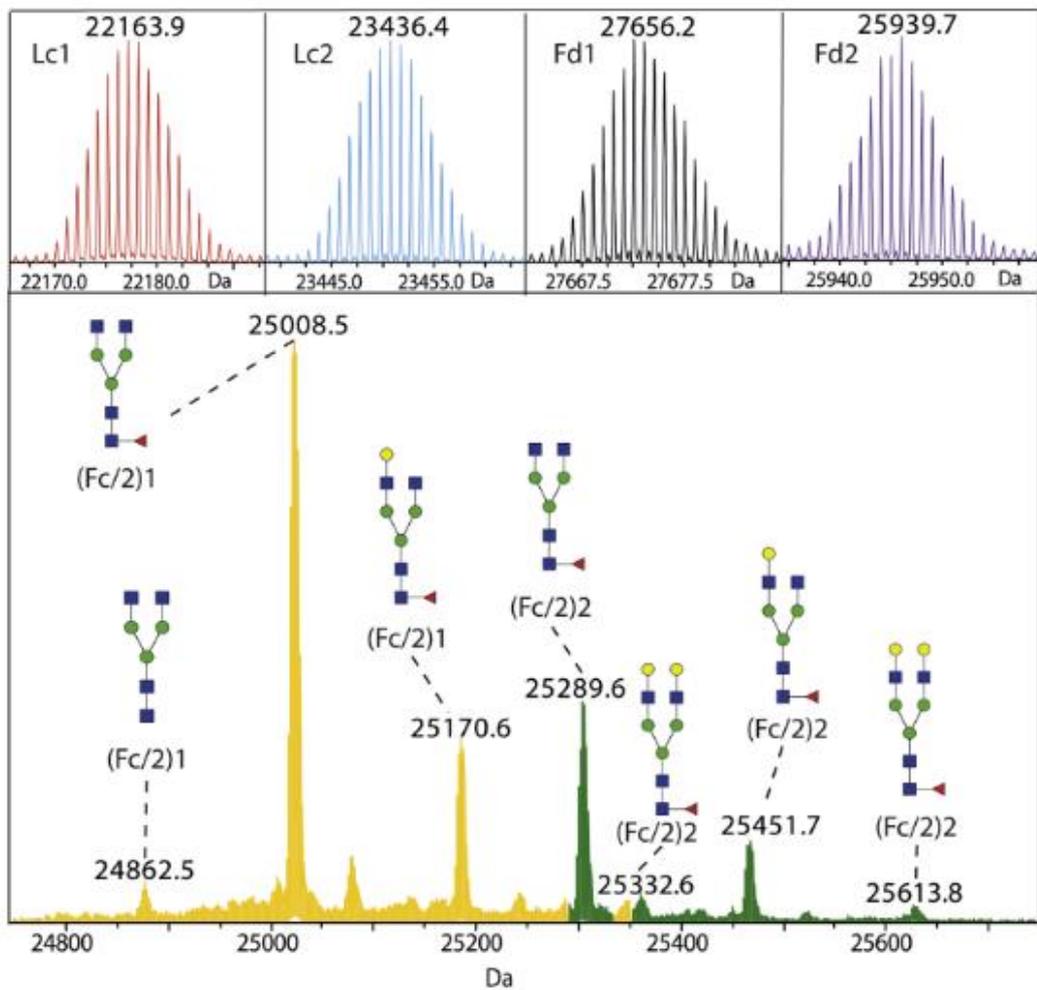
and 1X-glycosylated 結構已被識別和分離。關於鹼性和酸性變體，已觀察到潛在的 aspartic acid isomerization 的修飾和 asparagine deamidation。高質量分子類型的精確質量測定仍然是一個挑戰，但完整單克隆抗體分離的進展似乎對生物藥劑學表徵非常有希望。[6][7]

3

另一個毛細管質譜的應用則是分析雙特異性抗體 (BsAb)，是具有強大的功能多樣性和巨大的結構異質性。雖然 BsAb 一級序列的工程設計可以知道不同鍵結的配對方式，但仍會觀察到多種副產物，導致這些產物的宏觀異質性，且氨基酸序列的變化也會導致不同的蛋白質修飾，而影響抗體的特性並進一步增加結構的複雜性。因此需要新的分析策略來進行更準確和深入的分析。使用無鞘毛細管電泳-質譜法用於評估 BsAb 的宏觀和微觀異質性的。分析了具有相同雙特異性但氨基酸序列略有不同的兩種同源 BsAb。使用正塗層毛細管和 BGE(a back-ground electrolyte) 由 3% 的 acetic acid 進行塗層。對於完整的 BsAb，分離表徵游離輕鏈、同二聚體和異二聚體以及不完整的組裝體。對於亞基特異性測量，使用兩種不同的酶 (SpeB 和 IdeS) 切割 BsAb 的鉸鏈區，然後進行二硫鍵還原。六個不同的亞基 (Lc1、Lc2、Fd' 1、Fd' 2、(Fc/2)1 和 (Fc/2)2) 使用相同的陽性塗層毛細管和由 20% 乙酸組成的 BGE 分離和 10% 的甲醇。以同位素分辨率 (m/z 1100 時的分辨率為 140000) 對鉸鏈區切割抗體進行質量測量，更有效地分析低豐度蛋白質組成。[6][8]



使用 CE-qTOF-MS 分離 BsAbs 後的電泳圖



CE-qTOF-MS 的質譜圖

由上述三篇論文的内容我們可以知道毛細管電泳不管是在醫學、生物學都有很大的應用空間。

結論

毛細管電泳(capillary electrophoresis, CE)是一種以毛細管為分離通道、以高壓直流電場為驅動力的新型液相分離技術。該技術具有快速高效、分離模式多等優勢，因此被廣泛的應用在分析的領域。雖然這類方法仍有一些缺陷，如：無法應用在中性分析物，但隨著分析方法的開發，可適用的種類也越來越多，缺陷慢慢地被改良。一開始我以為毛細管電泳是一分離化合物的方法，可以被大量地使用，但後來才得知是一種分析方法，只需少量的樣品就能知道，裡面的內容物可能有甚麼，亦即，當我們的樣品有可能有一些掌性化合物，但卻無法確認時，就可以用毛細管電泳來確認，因此我認為這是一類可以持續被使用和開發的分析方法。

Reference:

1. <https://ir.nctu.edu.tw/bitstream/11536/76798/2/550902.pdf>
2. Curtis A. Monnig* and Robert T. Kennedy* Anal. Chem. 1994, 66. 280R-314R

3. Kazim R Naqvi and Matthew Clark doi: 10.1111/j.1478-4408.2010.00279.x
4. Werner G. Kuhr* and Curtis A. Monnig Anal. Chem. 1992, 64. 389R-407R
5. Raybel Muñoz , Alfredo Guevara-Laraa , Joao L.M. Santosb , Jose M. Mirandac , Jose A. Rodriguez Microchemical Journal 146 (2019) 582-587
6. R. Haselberg & V. Brinks & A. Hawe & G. J. de Jong & G. W. Somsen Anal Bioanal Chem (2011) 400:295 - 303 DOI 10.1007/s00216-011-4738-4
7. Giorgetti, Jérémie, et al. "Intact monoclonal antibodies separation and analysis by sheathless capillary electrophoresis-mass spectrometry." European Journal of Mass Spectrometry 25.3 (2019): 324-332.
8. Gstöttner, Christoph, et al. "Intact and subunit-specific analysis of bispecific antibodies by sheathless CE-MS." Analytica Chimica Acta 1134 (2020): 18-27.

反思

我認為毛細管電泳對於分析化合物有極大的幫助，相信日後會有更多有關此分析方法的應用。

材料化學專題- 問題導向學習單

年級	四	學號	410832041	姓名	黃祺君
----	---	----	-----------	----	-----

問題

- 1.實驗的目的為何？利用農產品廢棄物綠色合成銀奈米粒子
- 2.你想要回答的問題是什麼？利用農產品廢棄物綠色合成銀奈米粒子是否可行？

解決問題的方法

進行實驗測試

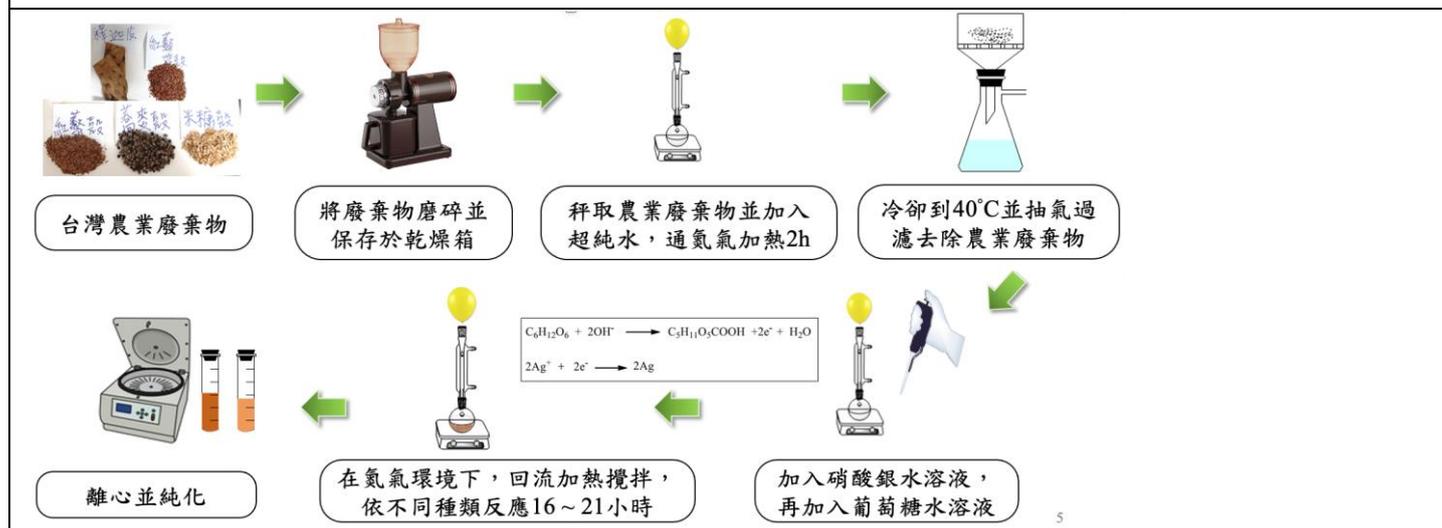
器材

咖啡磨豆機、加熱迴流裝置、抽氣過濾裝置、離心裝置

變因

- 1.列出實驗中相關操縱變因、應變變因及控制變因有哪些？起始物的重量、迴流時間及溫度，合成奈米銀粒子的時間及溫度....
- 2.列出相關變因的操縱型定義。找出最佳化條件。

研究方法與步驟

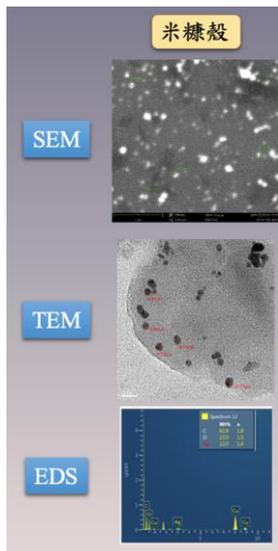


實驗結果與討論

1. 奈米粒徑測定(DLS)

農作廢棄物	粒徑(nm)
米糠殼	50-60
蕎麥殼	45-50
紅藜帶殼	200-300
紅藜殼	50-70
釋迦皮	40-50

2. 尺寸與形狀



結論

利用廢棄物綠色合成銀奈米粒子是可行的合成方法。

反思

儘管是廢棄物也能合成奈米銀也有出頭天！

材料化學專題- 問題導向學習單

年級	四年級	學號	410832003	姓名	翁健銘
問題					
使用奧士瓦黏度計及黏度恆溫自動測定系統，測量 PVA 水溶液之極限黏度，並據以推算聚合物 PVA 之平均分子量。 定義何謂相對黏度、比黏度、比濃黏度、固有黏度、極限黏度。(呈現其表示符號與計算公式。)					
解決問題的方法					
了解各種黏度(viscosity)之定義、單位及其測量方法。 了解馬克-何恩克關係式中聚合物溶液黏度及其平均分子量之關係					
器材					
奧士瓦黏度計、碼表、燒杯(250 mL × 2)、移液吸管(2 mL 及 10mL 各一)、安全吸球 ×1、量瓶(250 mL ×1)、量瓶 (50 mL×5)、秤量瓶(當比重瓶用 10 mL × 6)、玻璃攪拌棒×1、刮勺×1。					
變因					
1.列出實驗中相關操縱變因、應變變因及控制變因有哪些? 操縱變因:溶液濃度 應變變因:溶液密度及黏度 控制變因:絕對黏度 2.列出相關變因的操縱型定義。					

相對黏度: $\eta_r = \frac{\eta}{\eta_0} = \frac{\rho t}{\rho_0 t_0}$, ρ : 待測溶液的密度

ρ_0 : 蒸餾水的密度

t : 待測溶液由上標到下標所需的時間

t_0 : 蒸餾水由上標到下標所需的時間

比黏度: $\eta_{sp} = \eta_r - 1 = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} = \frac{\rho t - \rho_0 t_0}{\rho_0 t_0}$

比濃黏度: $\eta_{red} = \frac{\eta_{sp}}{c}$, 固有黏度: $\eta_{inh} = \frac{\ln \eta_r}{c}$

研究方法與步驟

1. 聚合物樣品配製：

1. 精秤約 2.5g 之聚乙烯醇(polyvinyl alcohol ; PVA)置入 250 mL 燒杯中，傾入 150 mL 之蒸餾水後，加熱使之溶解。
2. 溶解過程中應緩緩攪拌但需避免溶液起泡。待冷卻後倒入 250 mL 量瓶中加水稀釋至標線。計算溶液之濃度，(以 g PVA / 100 mL 溶液為單位)，並將此溶液標示為 溶液 A。
3. 取一 10 mL 移液吸管分別吸取各 40、30、20、10mL 之溶液 A，並分別移入 50 mL 量瓶中，加入水稀釋至標線並分別註明為溶液 B、溶液 C、溶液 D、溶液 E。

2. 測定黏度：黏度之測定過程需使用同一支黏度計，分別測定蒸餾水及溶液 A、溶液 B、溶液 C、溶液 D、溶液 E 流經黏度計上下二標線符號所需之時間。自動測量系統知操作按照附註黏度自動測量及恆溫系統操作要點進行設定。各溶液之測量至少需重複三次以上，並求其平均值。測量順序自低濃度往高濃度進行測試可避免清洗過於繁雜之程序，但需確定每次清洗後均需徹底乾燥。

3. 測定密度：分別秤取 5 個乾燥之 10 mL 秤量瓶，記錄其重。以移液吸管分

別吸取水及溶液 A、溶液 B、溶液 C、溶液 D、溶液 E，置入乾燥已知重量之 10 mL 秤量瓶中，直至液面達到標線，再精秤(瓶+液)重，記錄秤重結果。

4. 將恆溫槽溫度增為 $35 \pm 0.1^\circ\text{C}$ ，測量水及溶液 E 流經黏度計上下二標線符號所需之時間。並精秤水與溶液 E 於已知重量之 10 mL 秤量瓶中之重量，記錄之。重複三次以上，並求其平均值。再將溫度升至 40°C ，重複相同步驟。

數據分析

1. 分別計算溶液 A、溶液 B、溶液 C、溶液 D、溶液 E，各溶液之密度。
2. 按照黏度定義之公式，計算各溶液之相對黏度、比黏度、比濃黏度及固有黏度。
3. 以濃度為橫軸比濃黏度及固有黏度為縱軸繪圖
4. 以外差法求濃度趨近於零($C \rightarrow 0$)時之黏度值(即縱軸截距)。若兩線在縱軸上未交於同一點，則取各別截距之平均值即為極限黏度 $[\eta]$ 。
5. 代入公式求 PVA 之平均分子量。
6. 使用已知純水之絕對黏度計算溶液 E 之在 35°C 及 40°C 之密度並計算絕對黏度。
7. 將絕對黏度取對數值($\log \eta$)對溫度倒數作圖。應可得一線性關係。求溫度無限大時的黏度係數(截距 A)及活化能(斜率 B)

實驗結果與討論

記錄結果的數據，再將數據加以組織成表格、圖形等格式。

1. 測定黏度溶液的濃度及密度：比重瓶重：18.49g

	濃度 C(g/100ml)	空瓶+液 體重 (g)	液體重 (g)	體積 (mL)	密度 ρ (g/mL)
A	1.246	44.45	25.96	25	1.0384
B	0.997	44.55	26.06	25	1.0424
C	0.748	44.54	26.05	25	1.042
D	0.498	44.52	26.03	25	1.0412
E	0.249	44.49	26	25	1.04
聚乙烯醇+碘酸 鉀					
A	1.246	44.5	26.01	25	1.0404
B	0.997	43.49	25	25	1
C	0.748	44.5	26.01	25	1.0404
D	0.498	44.46	25.97	25	1.0388
E	0.249	44.47	25.98	25	1.0392

2. 測定時間：

	所需時間(s)			平均時間(s)
蒸餾水	4.14	4.10	4.07	4.10
A	7.02	6.93	7.10	7.02
B	6.26	6.24	6.44	6.31
C	6.01	6.20	6.17	6.13
D	5.50	5.61	5.71	5.61
E	5.23	4.87	5.18	5.09
A	4.91	4.62	4.41	4.65
B	4.83	4.51	4.23	4.52
C	4.55	4.20	4.34	4.36
D	4.21	4.14	3.89	4.08
E	4.07	3.90	3.85	3.94

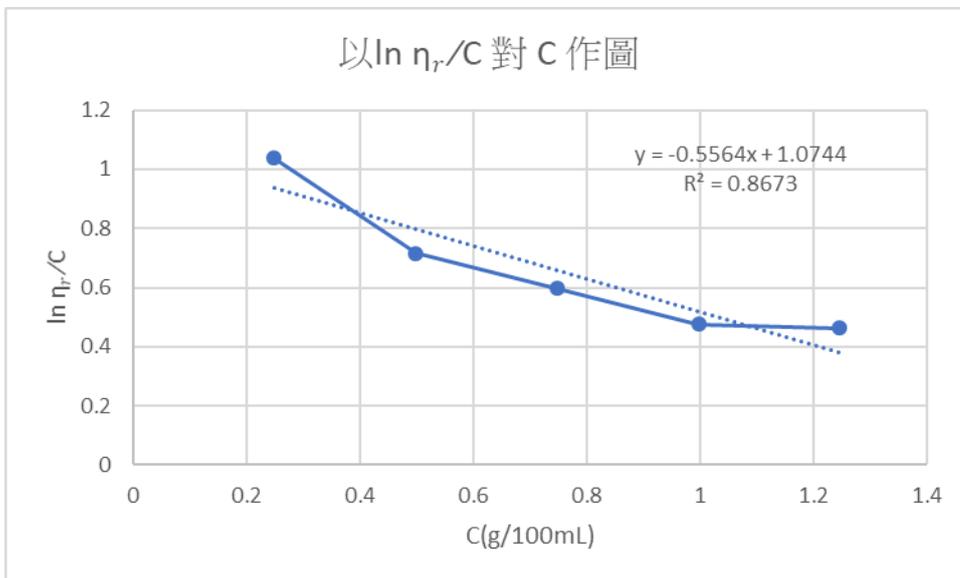
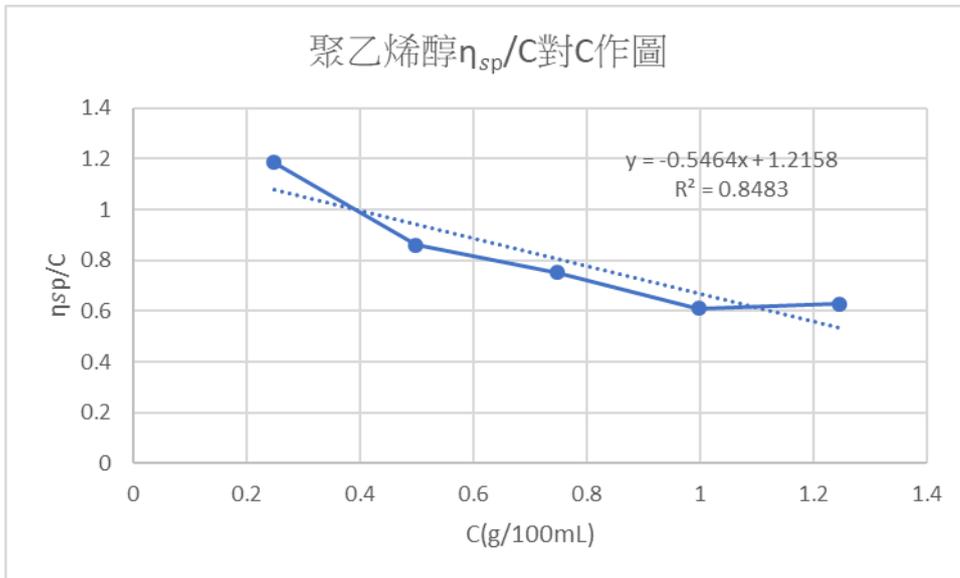
3. 聚合物分子量

	η_r	η_{sp}	η_{sp}/C	$\ln \eta_r / C$
A	1.783159	0.783159		0.464195
B	1.608985	0.608985	0.610818	0.477035
C	1.562487	0.562487	0.751988	0.59663
D	1.428846	0.428846	0.861136	0.7166
E	1.294909	0.294909	1.184375	1.037915
A	1.183427	0.183427	0.147213	0.135164

B	1.105673	0.105673	0.105991	0.100756
C	1.109622	0.109622	0.146554	0.139064
D	1.036765	0.036765	0.073826	0.072501
E	1.001575	0.001575	0.006327	0.006322

4. 以 η_{sp}/C 及 $\ln \eta_r/C$ 對 C 作圖求 $[\eta]$ 值

加入 KIO₄ 前的 A、B、C、D、E 溶液測得值

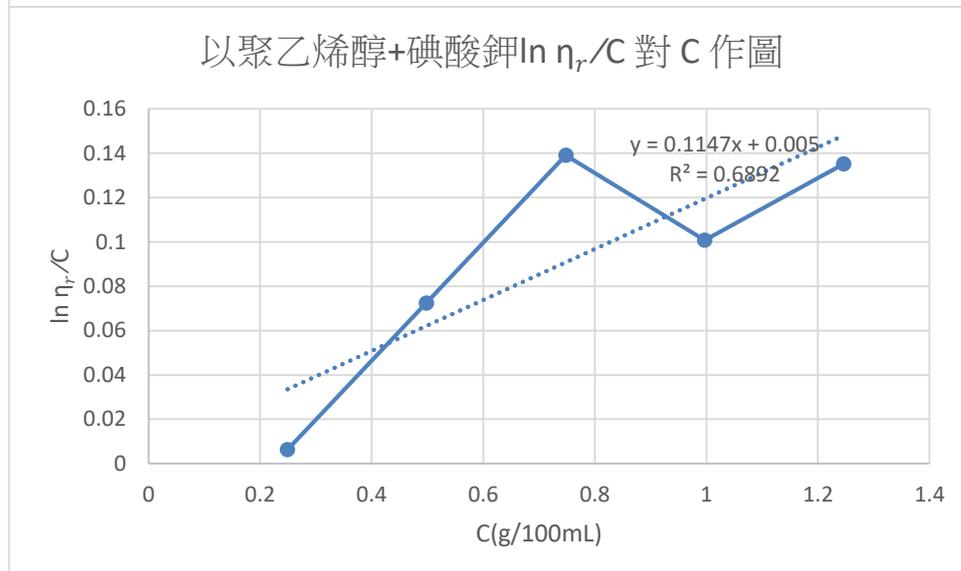
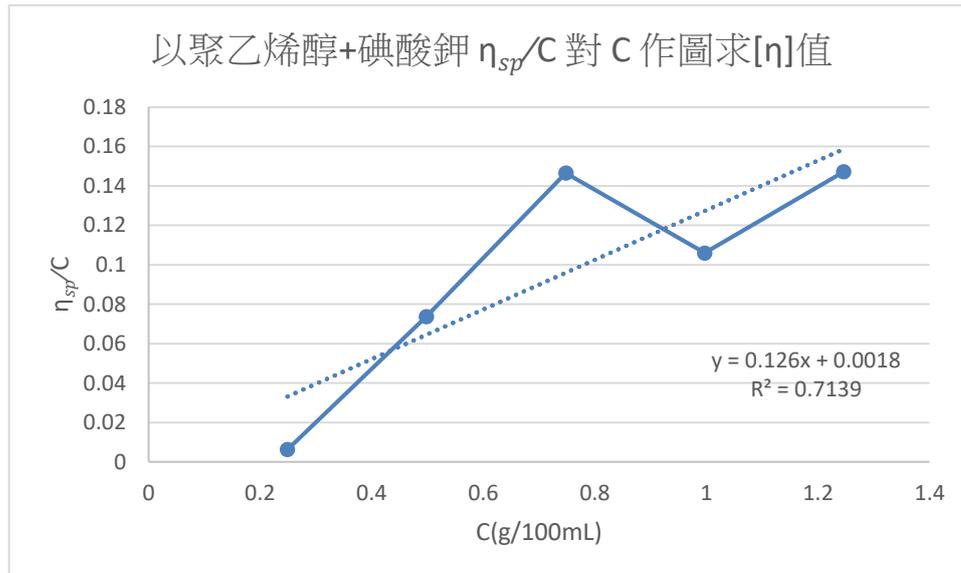


可得 $[\eta] = (1.2158 + 1.0744) / 2 = 1.1451$

Mark-Houwink 提出其關係式： $[\eta] = K[Mv]^\alpha$ ，其中 Mv 為黏度平均分子量， $[\eta]$ 為極限黏度， K 為與聚合物和溶劑有關的常數， α 為經驗常數。而查表得知，於 25°C 時， $K = 2 \times 10^{-4}$ ， $\alpha = 0.76$ 。故所求：

$$Mv = ([\eta] / K)^{1/a} = (1.1451/2 \times 10^{-4})^{1/0.76} = 88002$$

加入 KI04 後的 A、B、C、D、E 溶液



可得 $[\eta] = (0.0018 + 0.0050) / 2 = 0.0034$

Mark-Houwink 提出其關係式： $[\eta] = KM^a$

$$M = ([\eta] / K)^{1/a} = (0.0034 / 2 \times 10^{-4})^{1/0.76} = 4159$$

- 分子量相減 = $88002 - 4159 = 83843$

$83843 / 44 = 1905$ (約有 1905 個 乙烯醇以 head to head 鍵結方式相連)

- PVOH 的 head to head 比率

$$= 83 \left(\frac{1}{Mv'} - \frac{1}{Mv} \right) = 83 \left(\frac{1}{88002} - \frac{1}{4159} \right) = 1.9\%$$

結論

實驗結果顯示我們有些許誤差，不排除取藥時的人為失誤以及儀器本身的誤差。

反思

了解馬克-何恩克關係式中聚合物溶液黏度及其平均分子量之關係

學習如何以實驗方法測量黏度求取聚合物平均分子量。

了解密度(density)之測量及其在黏度測量上之應用

了解各種黏度(viscosity)之定義、單位及其測量方法。

熟悉奧士瓦黏度計(Ostwald viscometer)之基本構造及其使用方法。

材料化學專題- 問題導向學習單

年級	化學四	學號	410832005	姓名	王昱順
問題					
<p>1. 實驗的目的為何？</p> <p>由於海產類的商品容易腐敗，因此需要藉由添加劑來保持其品質或是延長保鮮時間。然而，某些添加劑可能被不當使用，造成食品造假。並且市場需求的成長快速因此需要仰賴良好的食品控管技術並針對常見的食品添加劑進行單一分析。</p>					
解決問題的方法					
<p>本研究開發快速分析方法透過毛細管區帶電泳法搭配 UV-VIS 偵測器來檢測海產中之檸檬酸鹽、磷酸鹽與亞硫酸鹽的含量。此方法僅需不到 3.5 分鐘即可達到分離。而分離之緩衝溶液條件為 20 mM 苯磺酸與 45 mM 氨基己酸進行分析。經由方法確效，此方法適用於 24 種海鮮實際樣品。在進行電泳分析前，24 種魚蝦樣品皆來自 Marine Shrimp Laboratory of the Federal University of Santa Catarina (UFSC)，且樣品保存方式為儲存於-18°C 下。將樣品剁碎後，以 1.0 g 平分於 50 mL 錐形瓶中，並以 5mL 5mM STB 水溶液加在瓶中，使樣品維持在鹼性環境下避免亞硫酸鹽氧化成硫酸鹽，才能進行分析</p>					
器材					
<p>1. 藥品:</p> <p>Aminocaproic acid 、 benzenesulfonic acid 、 sodium sulfite 、 malonic acid 、 sodium tetraborate 、 Sodium hydroxide(NaOH) 、 potassium citrate 、 sodium phosphate 、 Acetonitrile 、 Citrate 、 Phosphate 、 Malonate 、 Sulfite solution (1000 mg/L)與 5 mM</p>					

(STB)每天重新配置於水溶液中，避免亞硫酸根發生亞化反應。100 mM ACA 與 BSA 溶液各別配置於水溶液中

2. 儀器:

CE 系統是由(Agilent Technologies, model 7100, Palo Alto, USA)與裝有二極列陣偵測器並由 HP ChemStation 進行數據處理

變因

電泳分析緩衝溶液之 pH 值、分離電壓、緩衝溶液的選擇、超聲波水浴時間、毛細管材質、ACN 沉澱蛋白質的使用量

研究方法與步驟

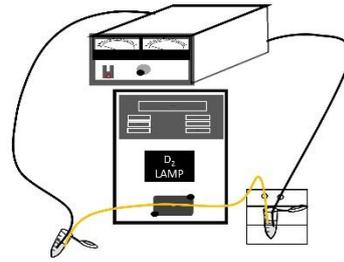
24 種魚蝦樣品皆來自 Marine Shrimp Laboratory of the Federal University of Santa Catarina (UFSC)，且樣品保存方式為儲存於 -18°C 下。將樣品剁碎後，以 1.0 g 平分於 50 mL 錐形瓶中，並以 5mL 5mM STB 水溶液加在瓶中，使樣品維持在鹼性環境下避免亞硫酸鹽氧化成硫酸鹽。接著使用總長 38.5 cm 的熔融石英毛細管進行電泳分析(有效長度:30 cm，內徑:75 μm 、外徑:375 μm)

而分離之緩衝溶液(BGE)為 pH 4.5 之 20 mM 苯磺酸與 45 mM 氨基己酸混和液，使用新毛細管前，用 1M NaOH、 H_2O 、BGE 各別潤洗 10 分鐘，每張圖之間潤洗 1 分鐘 BGE，電壓為-30 kV，即可進行分析。

Sample injection



CZE-UV Detection



Analyte signal diagram

實驗結果與討論

記錄結果的數據，再將數據加以組織成表格、圖形等格式。

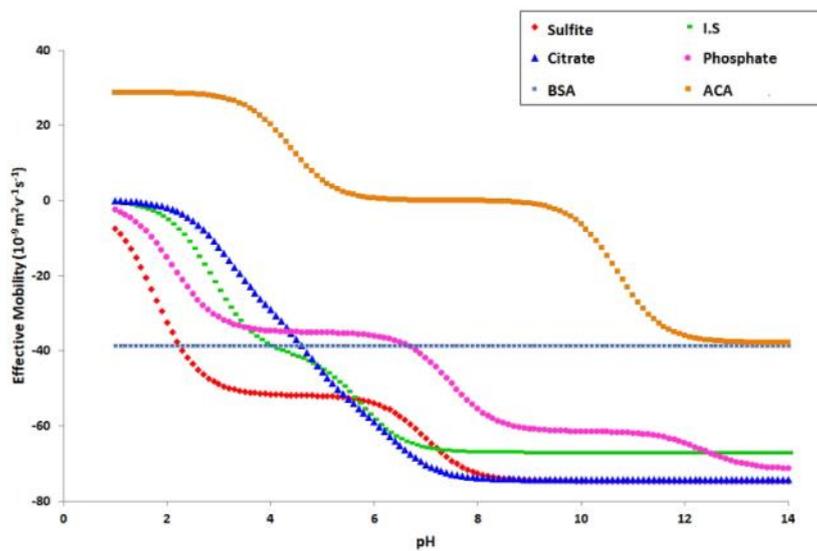


Fig. 1. Effective mobility versus pH curves for the system: citrate, malonate (I.S.), sulfite, phosphate, aminocaproic acid (ACA), and benzenosulfonic acid (BSA).

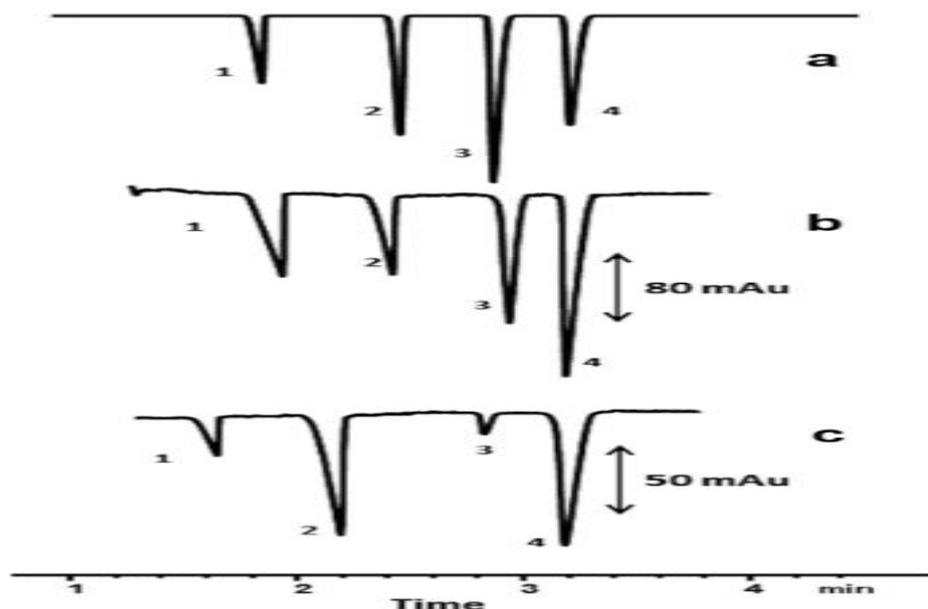


Fig. 2. Electropherograms obtained using the optimized method by CE: (a) simulation analysis carried out in PeakMaster, (b) standard solution food sample, (c) fish sample. Legend: sulfite (1); malonate (I.S.) (2); citrate (3) and phosphate (4).

Table 1
Analytical performance of the proposed CZE method for the analysis of seafood.

Parameter	Sulfite	Citrate	Phosphate
Instrumental precision—corrected peak area (CV, % - n = 10)	0.82	0.77	0.68
Instrumental precision—corrected migration time (CV, % - n = 10)	0.84	0.89	0.76
Intra-day precision—corrected peak area (CV, % - n = 9)	0.22 - 0.69	0.04 - 0.82	0.80 - 0.27
Intra-day precision—corrected migration time (CV, % - n = 9)	0.15 - 0.41	0.21 - 0.46	0.15 - 0.47
Inter-day precision—corrected peak area (CV, % - n = 27)	2.92 - 2.01	0.52 - 1.84	1.61 - 2.84
Inter-day precision—corrected migration time (CV, % - n = 27)	0.45 - 0.83	0.48 - 1.07	0.47 - 0.73
Linearity—linear range (mg L ⁻¹) ^a	5-55	5-55	5-55
Linearity—slope	0.049	0.050	0.080
Slope standard deviation	0.004	0.001	0.001
Linearity—intercept	-0.095	-0.124	-0.110
Intercept standard deviation	0.031	0.020	0.016
Linearity - determination coefficient (R ²)	0.997	0.999	0.996
F ^b (n = 18)	17,909	25,925	29,961
LOQ (mg kg ⁻¹)	4.60	4.79	3.88
LOD (mg kg ⁻¹)	1.80	1.43	1.15
Recovery ± SD - Shrimp	84.0 ± 3.4	94.7 ± 3.2	99.5 ± 5.9
Recovery ± SD - Fish	81.2 ± 4.4	98.7 ± 2.4	107.8 ± 9.6

a - Calibration curves with six concentration levels corrected for internal standard area. Each point was prepared in triplicate.

b - F critical 4.49.

參考來源:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814620305677>

結論

你的實驗結果能支持原先的假設嗎？為什麼？

經由測定結果可以發現：檸檬酸鹽被檢測於五種樣品；而有四種樣品具有高濃度的磷酸鹽和亞硫酸鹽，此濃度已超過巴西法律所制訂可添加的最高濃度。經由方法確效，可發現此方法具有良好的分析能力表示可作為常規分析的食品管控的檢驗方法。

反思

由本實驗我學到了什麼？我有什麼心得、感想、建議等

我學到了毛細管電泳之原理以及次方法的實行操作，另外，也從中了解到生活中有多種物質會危害環境甚至是人體，因此科技的進步下不只需要講求快速外，開發新的方法也需要盡量以對環境影響最小化進行考量。

參考來源: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814620305677>

材料化學專題- 問題導向學習單

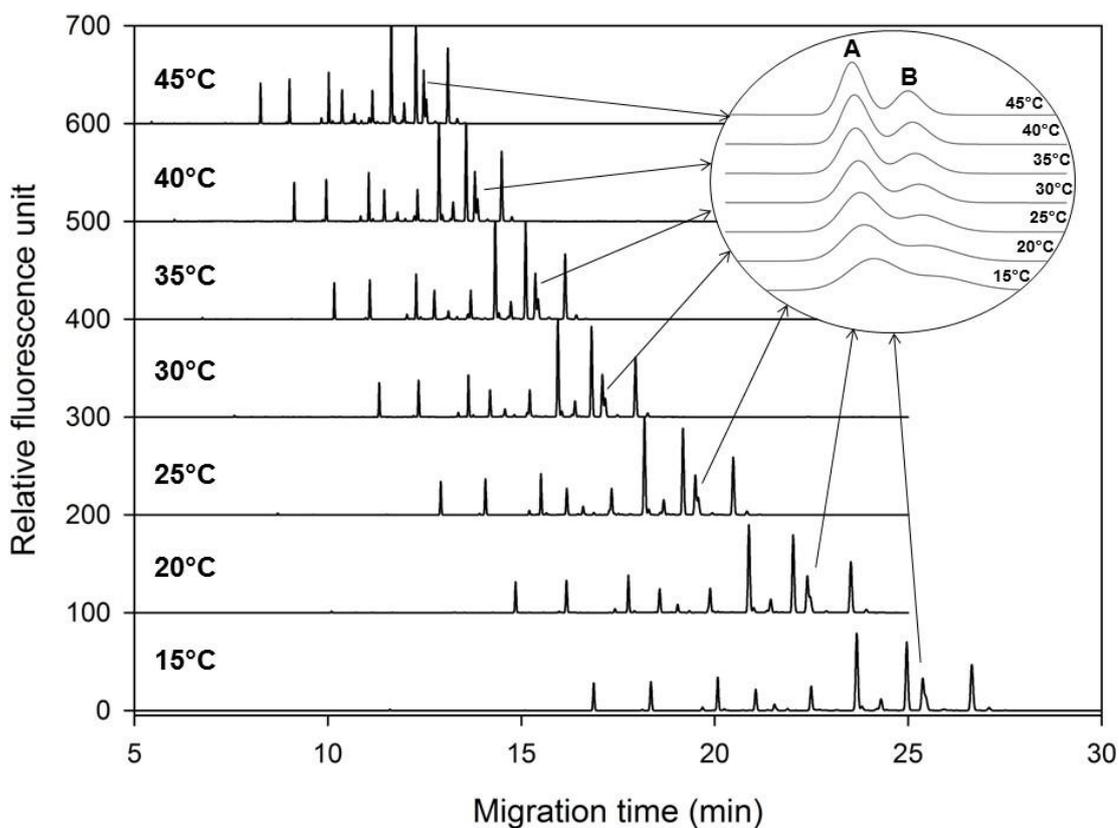
年級	4	學號	410832014	姓名	何曜丞
問題					
<p>1. 實驗的目的為何？ 溫度是否為一個關鍵分離參數，且可以在醣組學分析領域中用來選擇性操作。</p> <p>2. 你想要回答的問題是什麼？ 溫度參數在毛細管電泳中對於醣組學分析領域是否為關鍵參數？</p>					
解決問題的方法					
<p>首先取 FA2 和 A2(6)G1、FA2(3)G1 和 A2G2、A2 and Man5 依據分離溫度增加，檢測解析度是否更好，之後再取 FA2, FA2(3)G1, FA2(6)G1, FA2G2, A2, A2(3)G1, A2(6)G1, A2G2 和 Man5 glycans 並以 CE-LIF 分析，檢測解析度的變化。</p>					
器材					
<p>列出所需用到的器材、工具</p> <ol style="list-style-type: none">1. PA800 Plus 藥物分析系統配有固態雷射基底的螢光偵測器($\lambda_{ex}=488\text{ nm}/\lambda_{em}=520\text{ nm}$)2. 50cm 有效長度(50 μm I.D.)裸熔融石英毛細管柱$\pm 0.1^\circ\text{C}$3. 32Karat, version 9.1 software package (SCIEX)4. The Fast Glycan Sample Preparation and Analysis kit (SCIEX)					
變因					
<p>1. 列出實驗中相關操縱變因、應變變因及控制變因有哪些？</p> <p>操縱變因為溫度，控制變因為溫度以外的所有因素，應變變因為解析度。</p>					
研究方法與步驟					
<p>1. 研究流程與步驟:(以流程圖呈現)</p> <p>(1)以 15-45$^\circ\text{C}$ 的區間，每隔 5$^\circ\text{C}$ 研究 APTS 標記的分區雙觸角岩藻糖基庫的溫度相關電泳遷移率。</p>					

(2) 解析 FA2(3)G1 (peak A) and FA2B(6)G1 (peakB) 的解析度。

(3) 將 FA2, FA2(3)G1, FA2(6)G1, FA2G2, A2, A2(3)G1, A2(6)G1, A2G2 和 Man5 glycans 結合的碳水化合物用上述方法，並以 CE-LIF 分析。

實驗結果與討論

記錄結果的數據，再將數據加以組織成表格、圖形等格式。



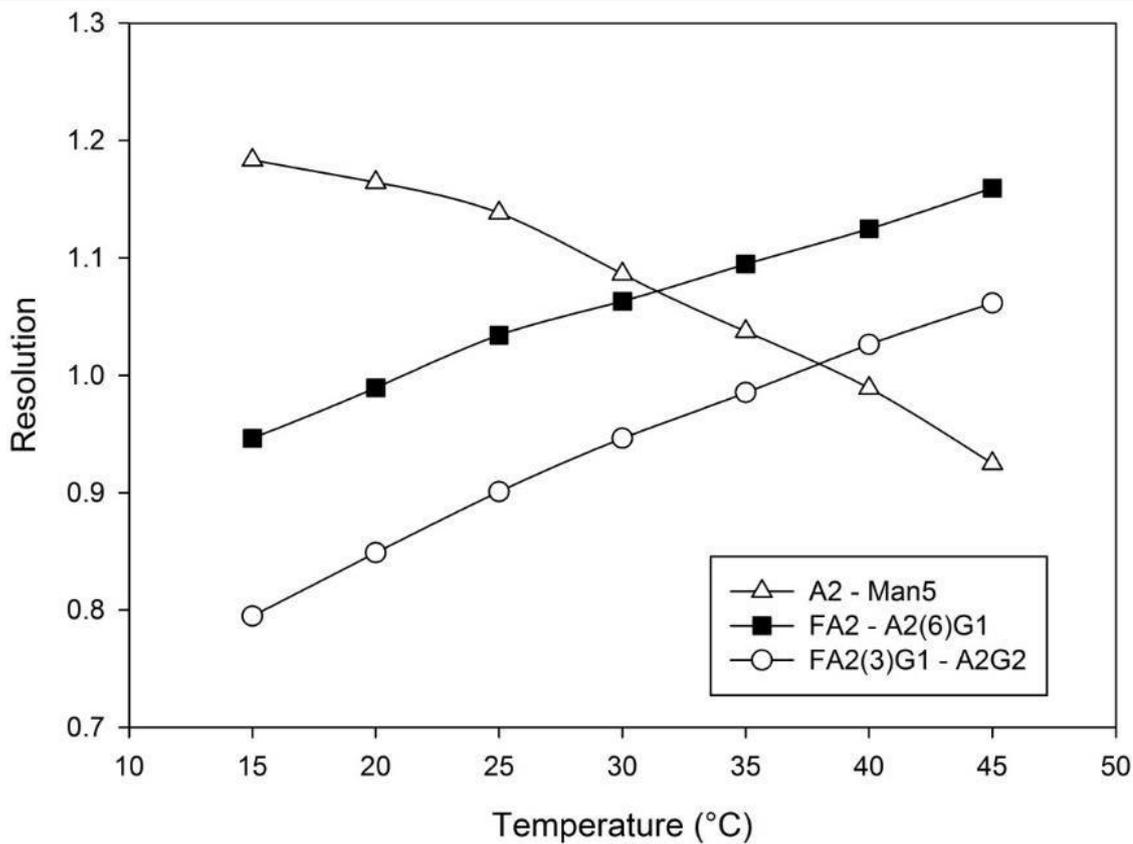


Table 1. Resolution values between the glycan standards in the temperature interval of 15°C to 45°C. The gray segments show resolution maximums for the corresponding glycan pairs.

Peaks	Resolution							Profile	Entire range	Resolution using gradient method
	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C			
A2 - Man5	1.183	1.164	1.138	1.086	1.037	0.989	0.925	↓	↓	1.009
Man 5 - FA2	7.818	8.022	8.210	8.219	8.171	8.038	8.033	↗↘	↑	8.047
FA2 - A2(6)G1	0.946	0.989	1.034	1.063	1.095	1.125	1.160	↑	↑	1.086
A2(6)G1 - A2(3)G1	2.856	2.924	2.972	2.902	2.822	2.751	2.700	↗↘	↓	2.735
A2(3)G1 - FA2(6)G1	5.669	5.766	5.746	5.577	5.401	5.383	5.281	↗↘	↓	5.321
FA2(6)G1 - FA2(3)G1	2.940	2.996	3.028	2.992	2.970	2.919	2.876	↗↘	↓	2.914
FA2(3)G1 - A2G2	0.795	0.849	0.901	0.946	0.985	1.026	1.062	↑	↑	1.013
A2G2 - FA2G2	8.247	8.272	8.198	8.088	7.941	7.750	7.712	↗↘	↓	7.612

結論

你的實驗結果能支持原先的假設嗎？為什麼？

可以，從結果可以看到溫度對於所有樣品在毛細管電泳時明顯有重大影響。

反思

由本實驗我學到了什麼？我有什麼心得、感想、建議等

此次實驗非常有趣，一開始先探討其他科學家之前做過的相關實驗，最後再取樣品來驗證結果。

材料化學專題- 問題導向學習單

年級	四	學號	410832018	姓名	葉文鼎
問題					
測定水合物的含水量					
解決問題的方法					
採用重量法，將一定重量的固體至於烘箱中，加熱於攝氏 250 度約一小時以上，直到預測物達到定種狀態即可。					
器材					
列出所需用到的器材、工具 秤量瓶、玻棒、承裝器皿、硫酸銅、烘箱					
變因					
1. 列出實驗中相關操縱變因、應變變因及控制變因有哪些？ 操縱變因：放入烘箱時間 應變變因：含水量實驗值 控制變因：烘箱溫度、硫酸銅重量					
研究方法與步驟					
1. 研究原理與設計:(需包含控制變因法要項) 晶體中原子、原子團等皆為有規則的構造，各成分比率一定，當水分子為晶體中的一成分時，影響結晶形狀，所含水分稱為結晶水，含結晶水之晶體稱為水合物。故一般水合物加熱時，即放出水蒸氣而轉變成無水物。但加水於無水物時，逆向生成水合物。即可由損失的水蒸氣質量計算水分重量百分率。 2. 研究流程與步驟:(以流程圖呈現) 取一乾淨秤量瓶→秤取 5g 硫酸銅晶體→放入攝氏 250 度之烘箱加熱一小時→取出並移置玻璃乾燥器 30 分鐘→重複前述步驟→比較前後結果→計算硫酸銅結晶水的重量百分率					

實驗結果與討論

記錄結果的數據，再將數據加以組織成表格、圖形等格式。

紀錄項目		數據與觀察紀錄		
秤量瓶空重(g)		25.51		
加熱前(硫酸銅+秤量瓶)(g)		30.71		
加熱前後硫酸銅的顏色變化		由藍轉白		
加熱後	1st秤重(硫酸銅+秤量瓶)	29.08g	前後秤量的重量差	
	2nd秤重(硫酸銅+秤量瓶)	29.06g	1減2	0.02g
硫酸銅晶體的結晶水重量		1.65g		
結晶水重量百分率	理論值	36%		
	實驗值	36%		
	誤差	0%		

結論

你的實驗結果能支持原先的假設嗎？為什麼？

實驗和理論值相同，故能支持原先假設。

反思

由本實驗我學到了什麼？我有什麼心得、感想、建議等

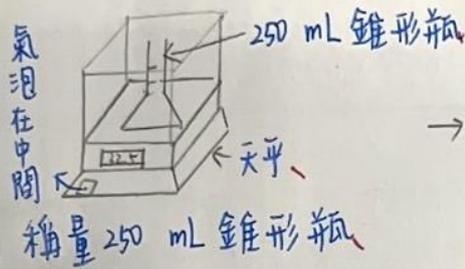
本實驗可以測量出物質的含水量，此實驗可以加熱板取代烘箱也可測量出物質含水量。

材料化學專題- 問題導向學習單

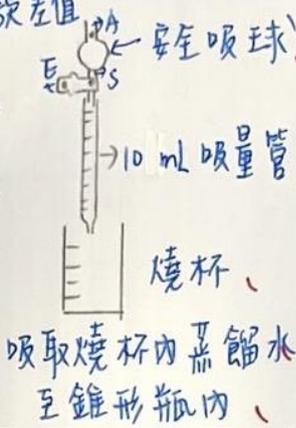
年級	四年級	學號	410832019	姓名	劉鴻毅
問題					
實驗的目的在於調整儀器本身造成的誤差進而使實驗更接近於真值 ex 此實驗使用滴定管的校正					
解決問題的方法					
利用內插法把理論值跟實驗值進行計算所得該儀器最精準的測量值					
器材					
10ml 吸量管,250ml 錐形瓶,安全吸球,500ml 燒杯,天秤					
變因					
1.操縱變因:吸取的水量 , 控制變因:水的溫度,標線的位置 , 應變變因:吸量管顯示的刻度					
2.操縱型定義:公分,公克					
研究方法與步驟					
1. 原理設計:利用固定溫度的水(使水體積不會改變)去吸取不同刻度的水 or 滴定不同刻度的水去測量儀器本身所產生的誤差					
2.實驗流程圖:					

1. 描述實驗流程。(30%)

I. 吸量管的校正

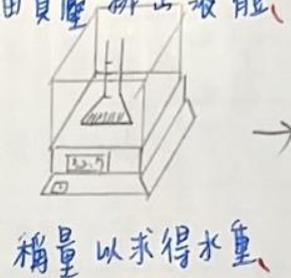


稱量 250 mL 錐形瓶



吸取燒杯內蒸餾水至錐形瓶內

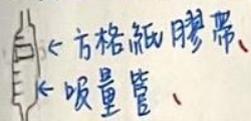
- A. 排出氣體, 造成負壓
- S. 由負壓吸取液體
- E. 由負壓排出液體



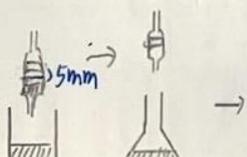
稱量以求得水重

以溫度計量測水溫 → 以密度算出體積
未出誤差值

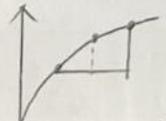
B. 求出吸量管正確體積



將方格紙膠帶標線中心線對準吸量管固定



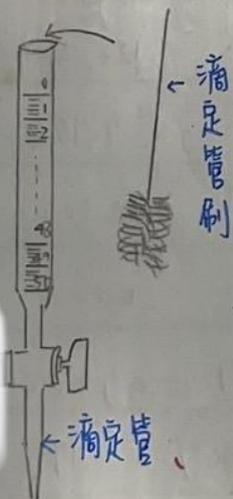
吸取至標線下方及上方 5mm 移至錐形瓶 換算成體積



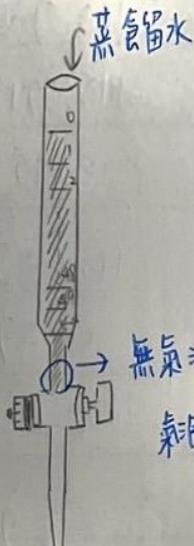
利用內差法 求出 10 mL 位置

在方格紙膠帶做記號

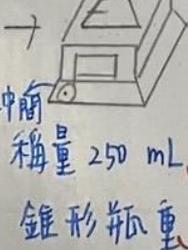
II. 滴定管的校正



以滴定管刷洗淨 50 mL 滴定管



加入蒸餾水且液面刻度在 0 mL



稱量 250 mL 錐形瓶重

以 5 mL 為間隔 排至錐形瓶中 稱量錐形瓶水重



求出滴定管每 5 mL 區間的誤差值

以總誤差值為 y 軸, 滴定管體積為 x 軸作圖

實驗結果與討論

紀錄項目		數據與觀察紀錄	
水溫 (°C)	水的密度 (g/cm ³)	28.0	0.9952
校正體積		第一次	第二次
錐形瓶重 (克)		103.139	113.346
(錐形瓶+水) 重 (克)		113.718	123.304
水重 (克)		9.979	9.958
換算體積 V ₁ (毫升)		10.027	10.006
校正誤差 ΔV (毫升)		0.027	0.006
平均誤差 ΔV (毫升)		0.017 [(0.027) + 0.006] / 2)	
相對誤差 (百分率)		$\frac{0.017}{10} \times 100\% = 0.17\%$	

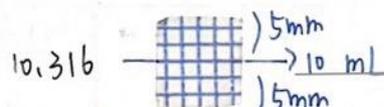
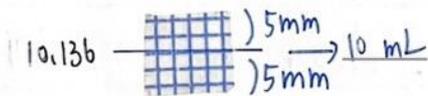
B. 求出吸量管正確位置(10%)

紀錄項目	數據與觀察紀錄	
校正項目	第一次	第二次
錐形瓶重 (克)	104.672	130.558
吸水至標線下方 5 mm 處 (錐形瓶+水)重 (克)	114.666	140.633
水重 (克)	9.994	10.075
換算體積 V_2 (毫升)	10.042	10.124
吸水至標線上方 5 mm 處 (錐形瓶+水)重 (克)	114.852	141.015
水重 (克)	10.180	10.457
換算體積 V_3 (毫升)	10.229	10.507
標線正確位置	10.136	10.316

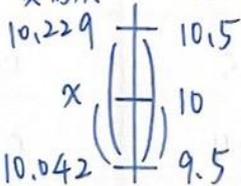
方格紙膠帶黏貼處 (浮貼) (5%) (直貼並記錄位置)

1st

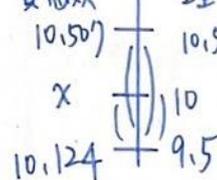
2nd



實驗 理論



實驗 理論



利用內差法:

$$\frac{10.5 - 9.5}{10.229 - 10.042} = \frac{10 - 9.5}{x - 10.042}$$

$$\Rightarrow x = 10.136$$

利用內差法:

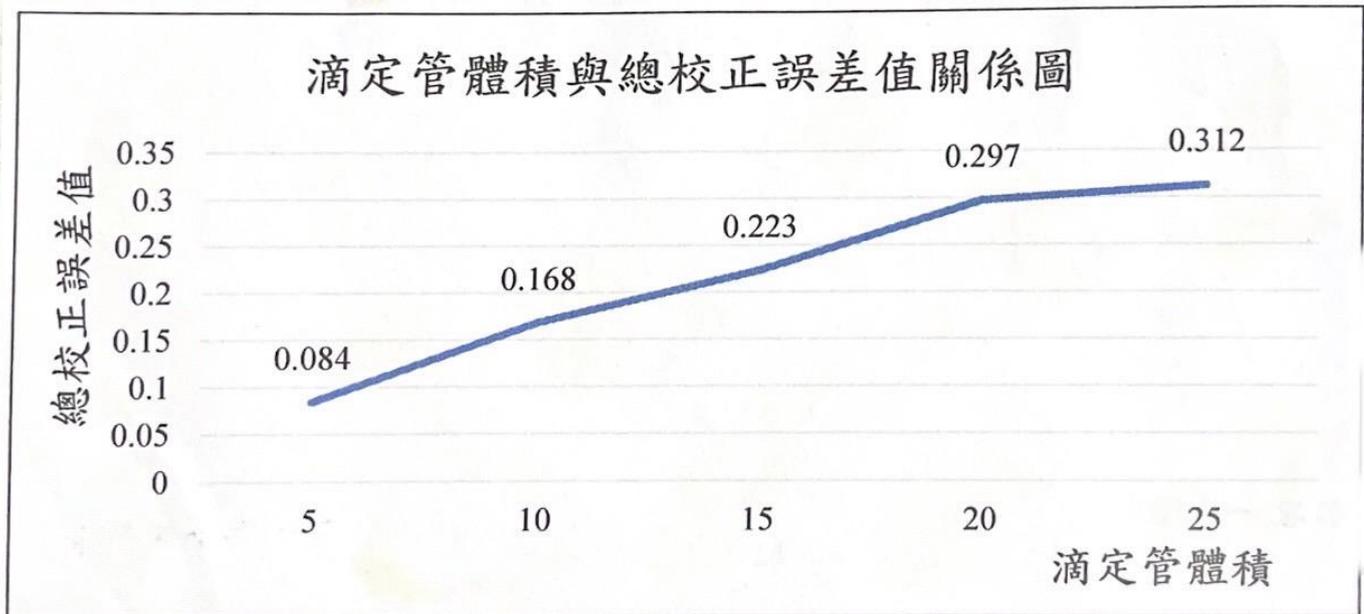
$$\frac{10.5 - 9.5}{10.507 - 10.124} = \frac{10 - 9.5}{x - 10.124}$$

$$\Rightarrow x = 10.316$$

II. 滴定管的校正(10%)

紀錄項目				數據與觀察紀錄								
水溫 (°C)		水的密度 (g/cm ³)		28.0				0.9952				
校正項目				第一次				第二次				
錐形瓶重 (克)				103.956				103.951				
校正區間		校正項目		第一次				第二次				
單位				第一次				第二次				
毫升		克		毫升								
0 至 5	錐形瓶 及水重	水重	換算體 積 V	誤差 ΔV	108.778	4.822	4.845	0.155	108.939	4.988	5.012	0.102
5 至 10					113.656	4.878	4.902	0.098	113.846	4.907	4.931	0.1009
10 至 15					118.614	4.958	4.982	0.018	118.730	4.884	4.908	0.1092
15 至 20					123.504	4.890	4.914	0.086	123.768	5.038	5.062	0.1062
20 至 25					128.462	4.958	4.982	0.018	128.756	4.988	5.012	0.102
紀錄項目				數據與觀察紀錄								
校正區間		單位		毫升		兩次測試實驗計算數值						
0 至 5			$\frac{(0.155+0.012)}{2}$	←	0.084		0.084					
5 至 10			$\frac{(0.098+0.1009)}{2}$	←	0.084		0.168		→ 0.084+			
10 至 15	平均誤差 ΔV		總誤差 ΣΔV	←	0.055		0.223		→ 0.168+			
15 至 20			$\frac{(0.018+0.092)}{2}$	←	0.074		0.297		→ 0.055			
20 至 25			$\frac{(0.086+0.1062)}{2}$	←	0.015		0.1312		→ 0.223+			
				$\frac{(0.018+0.012)}{2}$	←					→ 0.074		
					←					→ 0.297+		
					←					→ 0.015		

III. 以總校正誤差值為 y 軸，滴定管體積為 x 軸作圖：(表格及圖表浮貼於下)



結論

實驗可以支持之前的假設，因為我們可以觀察出來，如果儀器沒有校正的話，那個誤差真的蠻大的，尤其當你把這數據拿去做進階實驗，往往越精密的分析或實驗會因為這誤差而形成更大的誤差，甚至是實驗都做不出來

反思

這實驗我學到了一件事,雖然說我們都覺得儀器拿過來就可以直接用了,但最好在做實驗時都先把他校正過一次,以免你之後所有的進階實驗都會因為這最基本的誤差而造成巨大的影響,俗話說的好! 預先善其事 必先利其器這句話可以完美的詮釋這個實驗

材料化學專題- 問題導向學習單

年級	四	學號	410832034	姓名	吳哲昕
----	---	----	-----------	----	-----

問題

1. 實驗的目：
利用農產品廢棄物綠色合成銀奈米粒子
2. 想要回答的問題：
利用農產品廢棄物綠色合成銀奈米粒子是否可行？

解決問題的方法

進行實驗測試

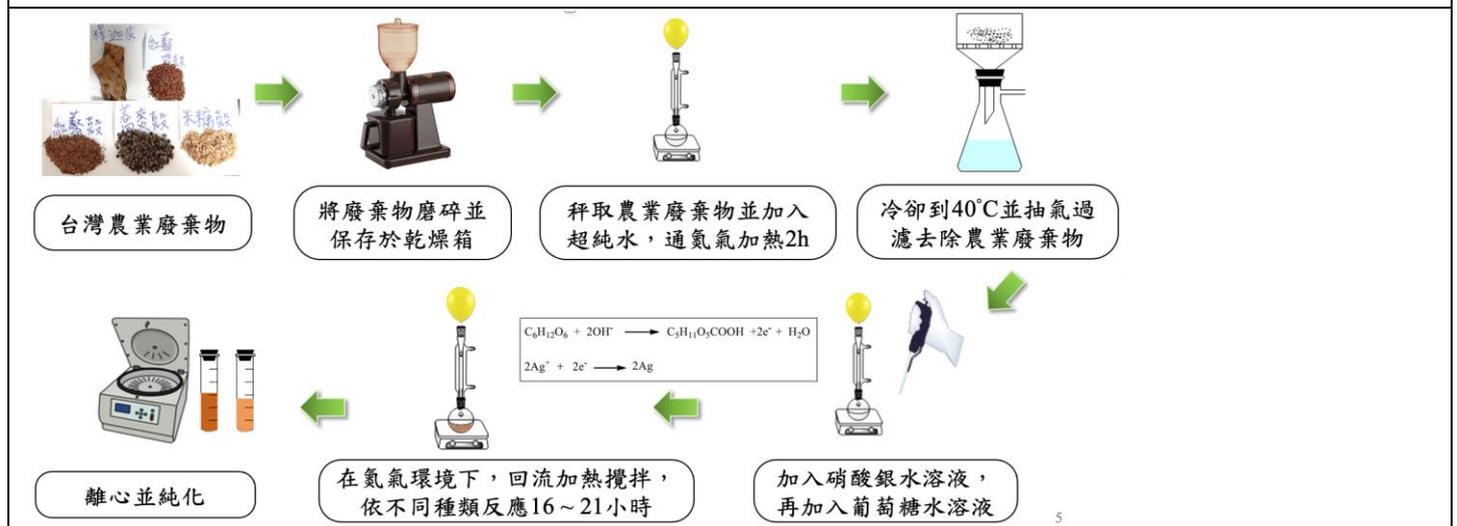
器材

咖啡磨豆機、加熱迴流裝置、抽氣過濾裝置、離心裝置

變因

1. 列出實驗中相關操縱變因、應變變因及控制變因有哪些？起始物的重量、迴流時間及溫度，合成奈米銀粒子的時間及溫度....
2. 列出相關變因的操縱型定義。找出最佳化條件。

研究方法與步驟

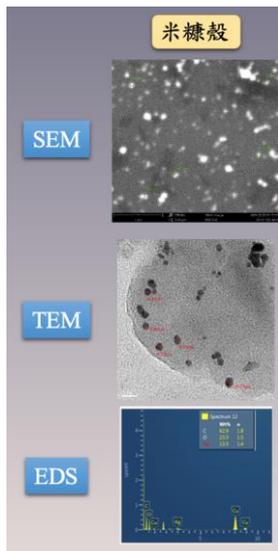


實驗結果與討論

1. 奈米粒徑測定(DLS)

農作廢棄物	粒徑(nm)
米糠殼	50-60
蕎麥殼	45-50
紅藜帶殼	200-300
紅藜殼	50-70
釋迦皮	40-50

2. 尺寸與形狀



結論

利用廢棄物綠色合成銀奈米粒子是可行的合成方法。

反思

天生我材必有用，廢棄物也能合成奈米銀也有出頭天！

材料化學專題- 問題導向學習單

年級	四	學號	410832024	姓名	許庭瑜
----	---	----	-----------	----	-----

問題

1. 實驗的目的為何？以農業廢棄物為原料，現實綠色合成銀奈米顆粒
2. 你想要回答的問題是什麼？透過利用農產品廢棄物進行綠色合成，是否可以製造出銀奈米顆粒？

解決問題的方法

進行實驗測試

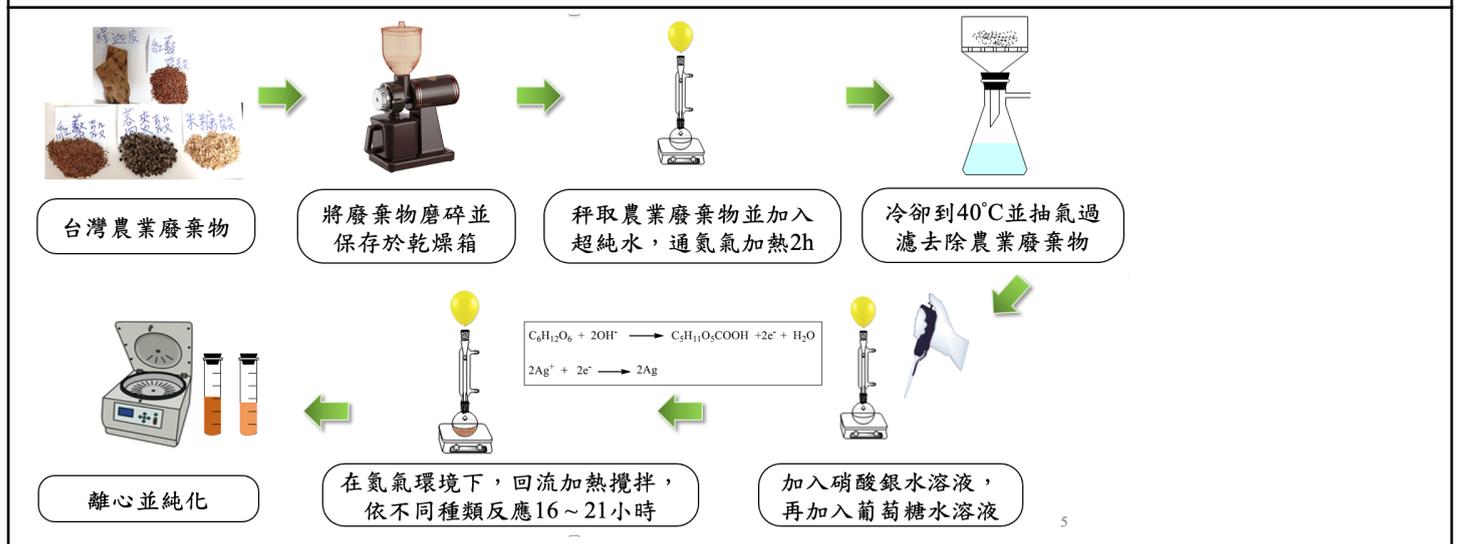
器材

咖啡磨豆機、加熱迴流裝置、抽氣過濾裝置、離心裝置

變因

1. 列出實驗中相關操縱變因、應變變因及控制變因有哪些？起始物的重量、迴流時間及溫度，合成奈米銀粒子的時間及溫度
2. 列出相關變因的操縱型定義。找出最佳化條件。

研究方法與步驟

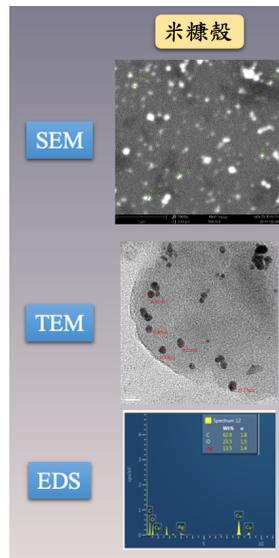


實驗結果與討論

1. 奈米粒徑測定(DLS)

農作廢棄物	粒徑(nm)
米糠殼	50-60
蕎麥殼	45-50
紅藜帶殼	200-300
紅藜殼	50-70
釋迦皮	40-50

2. 尺寸與形狀



結論

利用廢棄物綠色合成銀奈米粒子是可行的合成方法。然而，實際應用過程中仍存在一定的挑戰和風險。例如，如何充分利用農產品廢棄物來合成高品質、高穩定性的奈米銀離子，如何控制奈米銀離子的尺寸、形狀和分散度等參數，以及如何評估奈米銀離子對環境和人體的風險和安全性等問題都需要進一步探討和研究。

從環境保護和資源利用的角度來看，利用農產品廢棄物合成奈米銀離子是一種可行的方法。農產品廢棄物在傳統情況下往往被視為垃圾，浪費了大量的資源和能源，而利用這些廢棄物進行高附加值產品的開發和製造，不僅能夠減少垃圾的產生，還能夠為社會和經濟發展帶來正面影響。

反思

利用農產品廢棄物合成奈米銀離子也需要注意一些潛在的風險和問題，例如生產過程中可能會產生一些有害物質，對環境和人體健康造成潛在威脅，例如殘留的有機溶劑、金屬離子等，這些物質可能對環境造成污染和破壞。此外，如果奈米銀離子進入環境，可能會對生態系統產生不良影響，例如影響水生生物的生長和發育。因此，在推廣和應用這種技術時，需要考慮產品的安全性和可持續性，加強監管和風險評估，確保生產和應用的安全和可靠性。天生我材必有用，廢棄物也能合成奈米銀也有出頭天！

材料化學專題- 問題導向學習單

年級	四	學號	410832035	姓名	蔡柏璿
問題					
不同氣體間熱容比是否存在差異					
解決問題的方法					
利用絕熱膨脹法(Adiabatic Expansion Method)來求得氣體的熱容比，並比較不同氣體間熱容比的差異。					
器材					
數位式氣壓計、氣體鋼瓶轉接頭、橡皮塞、橡皮管(及管夾若干)、氣源體 CO ₂ ，N ₂ 鋼瓶 扳手					
變因					
<p>操縱變因：氣體種類</p> <p>應變變因：絕熱膨脹後之氣壓</p> <p>控制變因：氣體體積、初始氣壓、溫度等</p> <p>操縱型定義：不同的氣體在經過絕熱膨脹後會得到不同氣壓</p>					
研究方法與步驟					
<p>1. 研究原理：</p> <p>熱容量：</p> <p>定義為使物質溫度上升 1°C 所須熱量，即 $C=dQ/dT$，其單位為 cal/°C；cal/K；J/°C，其種類有：</p> <p>甲、 恆壓熱容量，C_p：在定壓下，使物質溫度上升 1°C 所需的熱量，即</p> $C_p = \frac{dQ_p}{dT} = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p$ <p>乙、 恆容熱容量，C_v：在定容下，使物質溫度上升 1°C 所需的熱量，即</p>					

$$C_v = \frac{dQ_v}{dT} = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v$$

丙、 熱容比：

$$\gamma \equiv \frac{C_p}{C_v}$$

熱力學原理：

為測定熱容比，可分為兩步驟：

step I：絕熱(等熵)膨脹，由初始壓力 P_1 改變至 P_2

$$\mathbf{[P_1, V_1, T_1] \rightarrow [P_2, V_2, T_2]}$$

其中， $T_2 < T_1$ ， $P_2 < P_1$ ， $V_2 > V_1$

step II：回復至初始溫度(室溫)，並且體積保持一定值

$$\mathbf{[P_2, V_2, T_2] \rightarrow [P_3, V_2, T_1]}$$

其中 $P_2 < P_3$ ， $P_3 < P_1$ ，

對於任何絕熱過程， $dQ = 0$

且由熱力學第一定律，對於不發生反應的密閉系， $dU = dQ + dW$

故對於 step I 可得： $dU = dW = -PdV$

因氣體定容下之熱容量，其溫度改變與內能有關，故 $dU = C_v dT$

得： $dU = C_v dT = -PdV$

代入理想氣體方程式 $P = \frac{nRT}{V}$ ，得： $C_v dT = -\frac{nRT}{V} dV = -nR d \ln V$

兩邊同除以 T ， $C_v \left(\frac{1}{T}\right) dT = -nR d \ln V$

將兩邊積分， $\int_{T_1}^{T_2} C_v \left(\frac{1}{T}\right) dT = \int_{V_1}^{V_2} -nR d \ln V$

得： $C_v \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = -nR \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

代入理想氣體方程式 $\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1}$ ，得： $C_v \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = -(nR + C_v) \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

且理想氣體中 $C_p = C_v + nR$ ，故 $C_v \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = -(nR + C_v) \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = C_p \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)$

整理得： $\ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = \frac{C_v}{C_p} \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)$

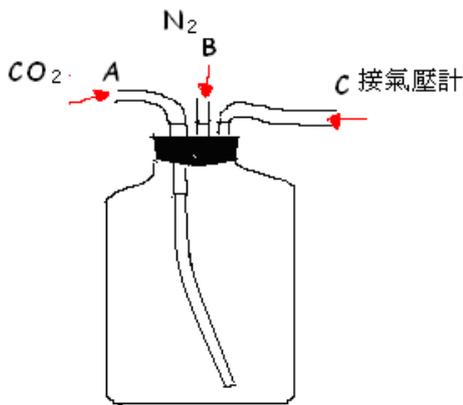
在 step II 中，由於溫度回復至初始溫度 T_1 (室溫)

由 $P_1 V_1 = nRT_1$ 且 $P_3 V_2 = nRT_1$ ，故 $V_2/V_1 = P_1/P_3$

代入上式，得： $C_v \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = C_p \ln\left(\frac{P_3}{P_1}\right)$

故可得熱容比： $\gamma \equiv \frac{C_p}{C_v} = \left[\frac{\ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right)}{\ln\left(\frac{P_1}{P_3}\right)} \right]$

2. 研究流程與步驟:



1. 灌入氣體，氣壓計顯示約 100 mbar 後將該鋼瓶關閉。
2. 等待一段時間，使瓶中溫度與外界溫度達到平衡，壓力計讀數穩定後，記下該值 (P1)
3. 將橡皮塞打開一下子，再迅速關上，紀錄關上橡皮塞瞬間的壓力計讀數(P2)
4. 等待 15 分鐘，使瓶內溫度回到室溫，紀錄氣壓計穩定數值(P3)
5. 重複上述步驟多次並計算 γ 值
6. 再換充入氮氣而關閉 B 管，重複上述步驟多次並計算 γ 值
7. 以 γ 為縱座標，P1 為橫座標，做 γ - P1 圖，找出 $P_1=760\text{mmHg}$ 時的 γ 值

實驗結果與討論

1. 通入氣體 N_2

mbar 次數	P_1	P_2	P_3	γ
1	97	77	78	1.06
2	100	75	81	1.37
3	88	54	61	1.33
4	98	78	81	1.20
5	90	73	79	1.61

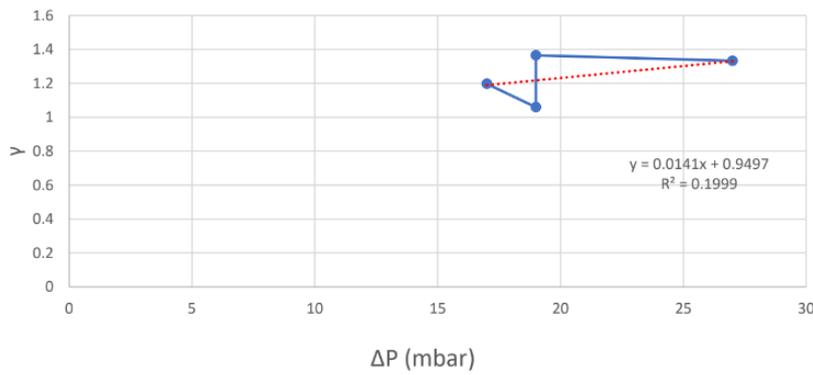
2. 通入氣體 CO_2

mbar 次數	P_1	P_2	P_3	γ
1	97	68	73	1.25
2	90	78	80	1.21
3	83	71	73	1.22
4	100	70	75	1.24
5	110	82	85	1.14

數據處理

1. 以 γ 對 ΔP 做圖 (N_2)

γ對ΔP關係圖



當 $P_1=0$ 時, γ

= 0.950

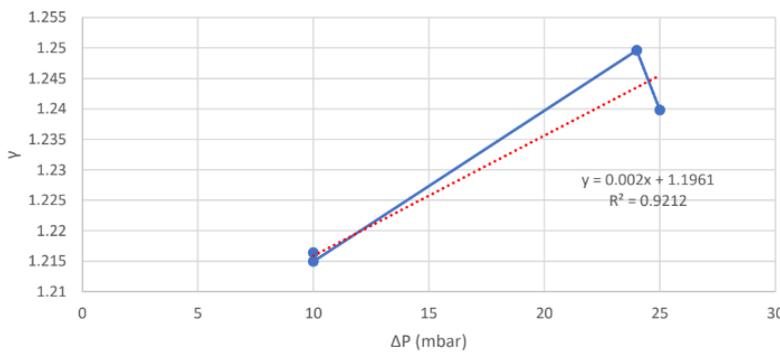
$$\gamma = C_p/C_v = \ln(P_1/P_2)/\ln(P_1/P_3)$$

γ 理論值=1.40

實驗誤差值:32.14 %

2. 以 γ 對 ΔP 做圖(CO₂)

γ對ΔP關係圖



當 $P_1=0$ 時, $\gamma =$ 1.196

$$\gamma = C_p/C_v = \ln(P_1/P_2)/\ln(P_1/P_3)$$

γ 理論值=1.29

實驗誤差值:7.29 %

結論

由實驗結果得知，不同氣體 (N₂ 和 CO₂) 所擁有之熱容比不同，可應證先前的假設是成立的。

反思

本次是少數不需使用到藥品的實驗，看似簡單卻十分複雜。要如何控制好流速真的是十分困難，彷彿是在開保險櫃的鎖一樣，而且如果使用不當會造成氣體的浪費以及損壞鋼瓶，不過在經由多次的操演後便能逐漸掌握住訣竅。但是由於器材與人為因素的關係，導致數據沒有說很完美，可能要再進行更多次的實驗才能將誤差降到最小，希望下次的實驗在操作上可以更加熟練。

材料化學專題- 問題導向學習單

年級	4	學號	410832046	姓名	鍾青峰
問題					
<p>1. 實驗的目的為何？ 氟分子的強氧化性與氟原子得電子能力的關係</p> <p>2. 你想要回答的問題是什麼？ 氟分子具有強氧化性的主要原因</p>					
解決問題的方法					
比較氟與其他元素的電子親和能力					
器材					
<p>列出所需用到的器材、工具</p> <p>氯、溴、碘 9 只試管</p> <p>電子供體:鈉</p>					
變因					
<p>1. 列出實驗中相關操縱變因、應變變因及控制變因有哪些？</p> <p>反應物的濃度、電子供體的選擇、實驗條件的一致性、反應產物的分析方法、溫度</p> <p>2. 列出相關變因的操縱型定義。</p> <p>反應物的濃度：反應物的濃度可能會影響反應速率和反應產物的穩定性。因此，在進行比較氟與其他元素的電子親和能力的實驗時，需要使用相同濃度的反應物進行比較。</p> <p>電子供體的選擇：在實驗中，需要選擇適當的電子供體，以便在反應中提供足夠的電子，以促進反應的進行。常用的電子供體包括鈉、鎂、鋁等。在比較不同元素的電子親和能力時，需要選擇相同類型和濃度的電子供體進行比較。</p>					

實驗條件的一致性：為了比較氟與其他元素的電子親和能力，需要確保實驗條件的一致性。例如，需要使用相同的反應容器、相同的反應時間和相同的混合方法等。

反應產物的分析方法：在實驗中需要使用適當的方法對反應產物進行分析和識別，以確定反應產物的化學組成和數量。常用的方法包括色譜、質譜、紅外光譜等

溫度：反應溫度可能會影響反應速率和產物的穩定性。因此，在進行比較氟與其他元素的電子親和能力的實驗時，需要控制反應溫度，以便進行準確的比較。

研究方法與步驟

1. 研究原理與設計:(需包含控制變因法要項)

氟分子的強氧化性與氟原子得電子能力之間存在緊密的關係，因為氟原子具有很高的電子親和能力，能夠吸引並緊密固定其他原子的電子，從而使氟分子具有很強的氧化性。在實驗中，可以使用以下原理來比較氟與其他元素的電子親和能力和氧化性：

1. 電子親和能力：電子親和能力是指原子或分子吸收一個額外電子所釋放的能量。在實驗中，可以將一定量的氟、氯、溴和碘分別加入不同的試管中，並加入相同體積的電子供體（如鈉）。在反應後，觀察試管中的反應產物顏色和氣體的釋放情況，並記錄反應時間。通過比較反應產物的穩定性和電子供體的消耗情況，可以確定不同元素的電子親和能力大小。

2. 氧化還原反應：氧化還原反應是指原子或分子失去或獲得電子的化學反應。在實驗中，可以將氟分子與其他元素（如氫氣、氯氣等）或化合物（如水、氨等）進行反應，觀察反應產物的穩定性和氣體的釋放情況，並記錄反應時間。通過比較不同元素的氧化還原能力，可以確定其氧化性大小。

通過上述實驗操作原理，可以比較氟與其他元素的電子親和能力和氧化性，以確定它們之間的關係。由於氟原子具有很高的電子親和能力和強氧化性，因此氟分子能夠很容易地吸收和固定其他原子的電子，並發生氧化反應。

2. 研究流程與步驟:(以流程圖呈現)

首先，將一定量的氯、溴和碘分別加入不同的試管中並加入相同體積的電子供體：鈉

在反應後，觀察試管中的反應產物顏色和氣體的釋放情況，並記錄反應時間

通過比較氟的電子親和能力和其他元素的電子親和能力，可以確定氟原子的得電子能力是否與其強氧化性有關。

實驗結果與討論

記錄結果的數據，再將數據加以組織成表格、圖形等格式。

實驗條件：將 0.1 mol/L 的氯化鈉、溴化鈉和碘化鈉溶液分別加入 3 個不同的試管中，每個試管中加入相同體積的鈉金屬 (0.05 g)。將試管放置於室溫下反應，觀察反應產物顏色和氣體釋放情況，記錄反應時間。

實驗結果：

氯試管：反應後產生了白色固體沈澱和氣體，反應時間為 10 秒。

溴試管：反應後產生了橙黃色液體和氣體，反應時間為 20 秒。

碘試管：反應後產生了紫黑色液體和氣體，反應時間為 30 秒。

結論

你的實驗結果能支持原先的假設嗎？為什麼？

通過實驗結果可以發現，氟的電子親和能力比其他元素高，因此其得電子能力也比其他元素高。由於氟原子的得電子能力強，因此它的化學反應活性也很高，表現為其強氧化性。在實驗中，氟和其他元素反應的產物顏色和形態不同，反應時間也不同，這說明它們的化學性質存在明顯差異，與其電子親和能力和得電子能力密切相關。

反思

由本實驗我學到了什麼？我有什麼心得、感想、建議等

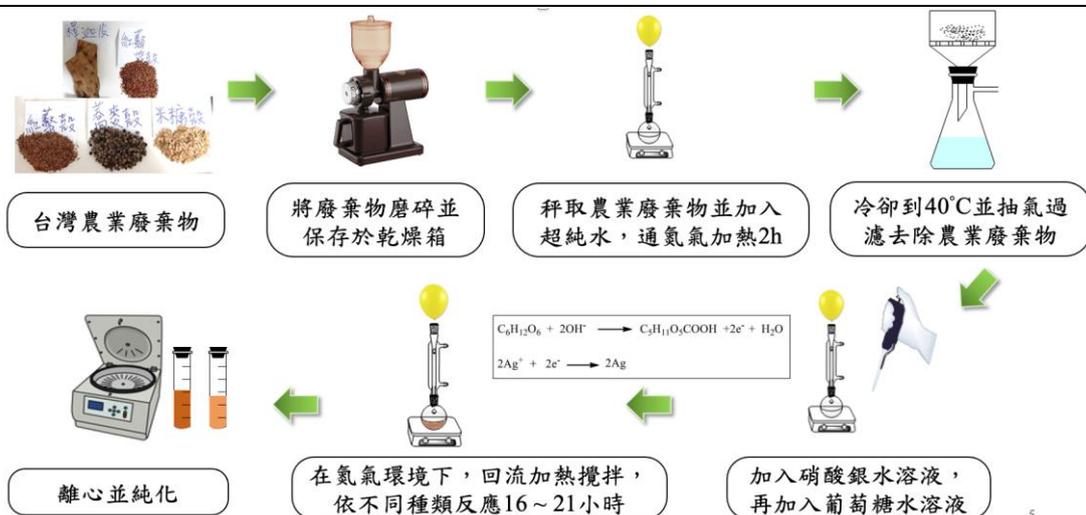
在進行科學實驗時，我們需要考慮實驗的目的和設計，確保實驗條件的控制和數據的準確性，以便得出正確的結論。

在本題中，我們探討了氟分子的強氧化性與氟原子得電子能力的關係，並提出了一種實驗方法，通過比較氟和其他元素的電子親和能力來驗證這種關係。這種實驗方法是合理的，因為它可以在實驗室中模擬分子之間的相互作用，進一步揭示元素間的化學性質。

然而，在實驗設計中需要注意的是，我們需要確保實驗條件的控制和可重覆性。例如，在本實驗中，我們需要確保使用的化學品濃度相同，所添加的鈉金屬量相同，試管的大小相同等等，以便消除這些因素對實驗結果的影響。同時，實驗數據的準確性也是非常重要的，我們需要仔細記錄每個試管的顏色、形態、反應時間等信息，避免誤差的發生。

最後，科學實驗是一個不斷探索的過程，無論實驗結果是否符合我們的預期，都需要進行反思和分析，以便得出更準確的結論並進行進一步的研究。

材料化學專題- 問題導向學習單

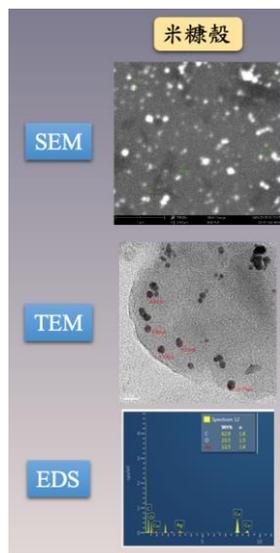
年級	化學四	學號	410832027	姓名	李松耘
問題					
利用農產品廢棄物綠色合成銀奈米粒子是否可行？					
解決問題的方法					
進行實驗測試					
器材					
咖啡磨豆機、加熱迴流裝置、抽氣過濾裝置、離心裝置					
變因					
<p>操縱變因:起始物的重量</p> <p>應變變因:迴流時間及溫度</p> <p>控制變因:合成奈米銀粒子的時間及溫度</p>					
研究方法與步驟					
 <p>The flowchart illustrates the experimental process in six steps:</p> <ol style="list-style-type: none"> 台灣農業廢棄物: Starting with agricultural waste (coffee grounds, rice bran, etc.). 將廢棄物磨碎並保存於乾燥箱: Grinding the waste and storing it in a desiccator. 秤取農業廢棄物並加入超純水，通氮氣加熱2h: Weighing the waste and adding ultrapure water, then heating under nitrogen for 2 hours. 冷卻到40°C並抽氣過濾去除農業廢棄物: Cooling to 40°C and filtering to remove the waste. 加入硝酸銀水溶液，再加入葡萄糖水溶液: Adding silver nitrate and glucose solutions. 在氮氣環境下，回流加熱攪拌，依不同種類反應16~21小時: Refluxing and stirring under nitrogen for 16-21 hours. 離心並純化: Centrifugation and purification of the final product. <p>Chemical reactions shown in the diagram:</p> $C_6H_{12}O_6 + 2OH^- \rightarrow C_3H_{11}O_5COOH + 2e^- + H_2O$ $2Ag^+ + 2e^- \rightarrow 2Ag$					

實驗結果與討論

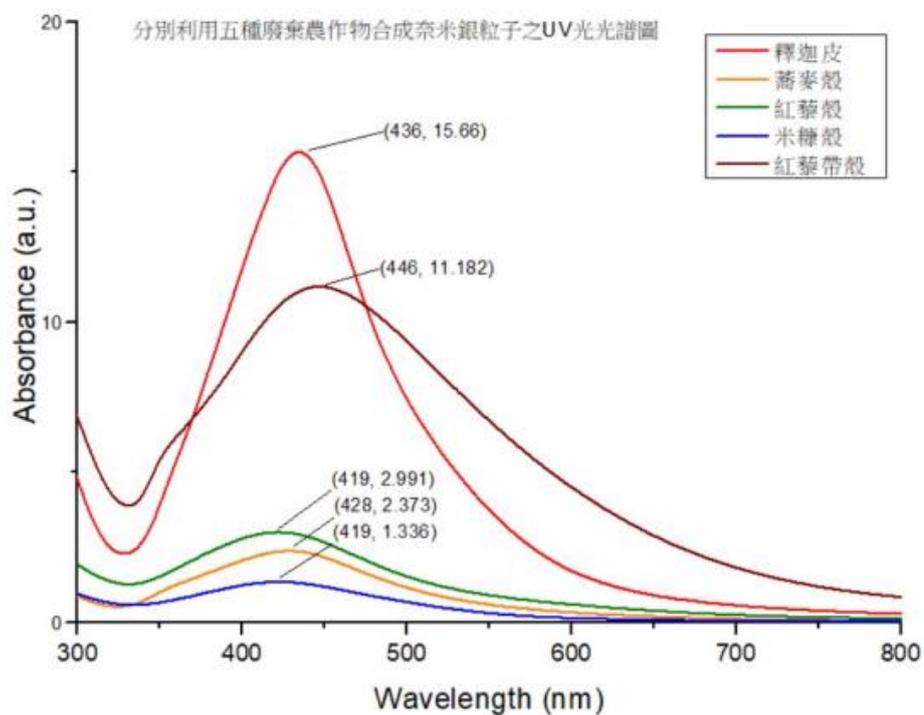
1. 奈米粒徑測定(DLS)

農作廢棄物	粒徑(nm)
米糠殼	50-60
蕎麥殼	45-50
紅藜帶殼	200-300
紅藜殼	50-70
釋迦皮	40-50

2. 尺寸與形狀

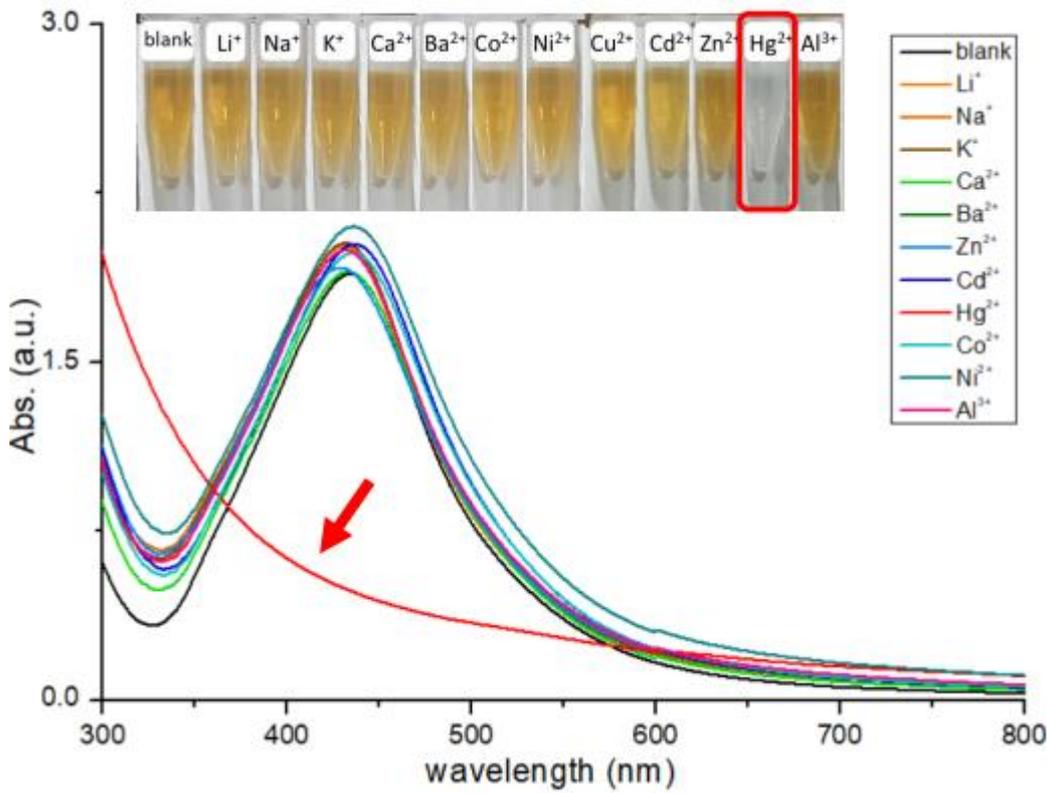


3. 五種廢棄農作物和成奈米銀粒子 UV 光光譜圖

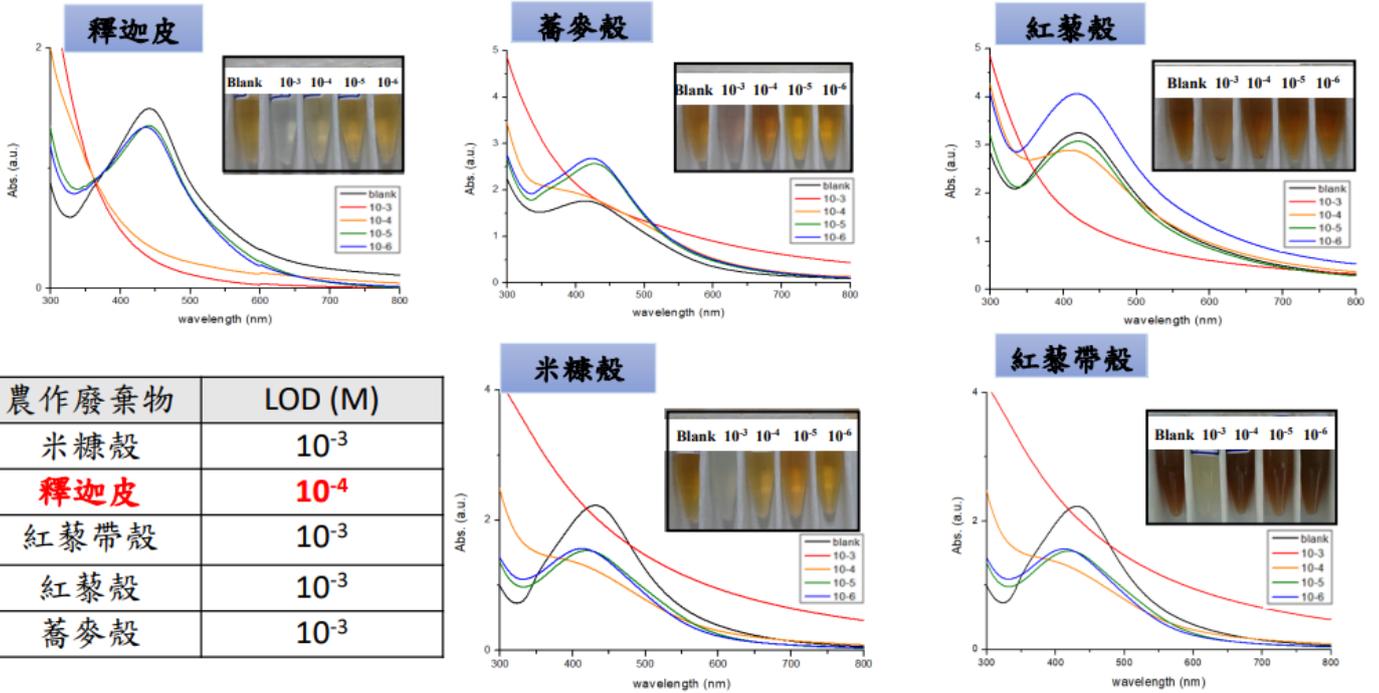


4. 分別對鋰、鈉、鉀、鈣、鋇、鈷、鎳、銅、鉻、鋅、汞、鋁等 12 種金屬離子進行測試。

汞離子可以在奈米銀粒子溶液中，汞離子進行還原反應，並將電子轉移銀粒子，使銀氧化為一價銀離子

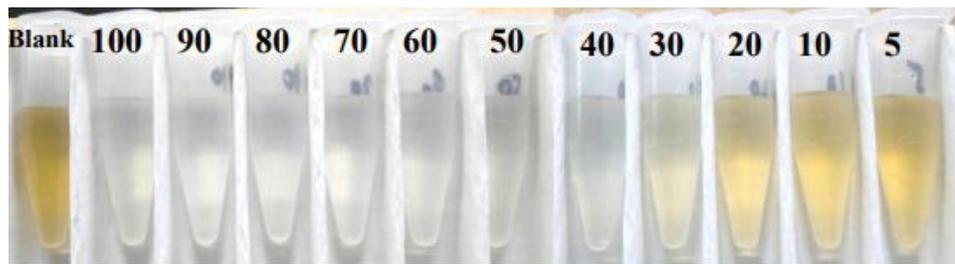


5. 各種農業廢棄物合成奈米銀粒子之汞離子偵測效果



農作廢棄物	LOD (M)
米糠殼	10^{-3}
釋迦皮	10^{-4}
紅藜帶殼	10^{-3}
紅藜殼	10^{-3}
蕎麥殼	10^{-3}

6. 銀粒子顆粒周圍具有將汞離子還原成汞粒子的輻射還原並伴隨著等離激元吸收帶的變寬和藍移。觀察肉眼觀測極限為 10ppm 而透過 UV 測得吸收值極限為 5ppm



結論

利用廢棄物綠色合成銀奈米粒子是可行的合成方法。

且農業廢棄物往往被視為垃圾,需要額外浪費資源去處理,利用這些廢棄物來進行高附加價值產品的開發跟製造能相對減少浪費

反思

廢棄物也能合成奈米銀,不要太小看這些不起眼的東西,稍微用點巧思,廢物也能有大用處的

材料化學專題- 問題導向學習單

年級	4	學號	410832037	姓名	賴姿綺
問題					
<p>1. 實驗的目的為何? 想要了解溫度對橡皮筋彈性的影響、隨著橡皮筋的拉伸，橡皮筋的熵是如何變化的</p> <p>2. 你想要回答的問題是什麼? 求出橡皮筋的分子量</p>					
解決問題的方法					
<p>利用熱力學第一定律及第二定律求出橡皮筋的熱力學狀態方程式，由於熵值不易測量，所以藉由較簡單的實驗觀察長度保持不變時，溫度對橡膠彈性的影響。</p> <p>利用 Helmholtz free energy 求出橡皮筋受力 F 對溫度變化 T 的作圖求斜率，再用統計熱力學的機率公式和 $\Delta S = k \ln W$ (K : Boltzmann, s constant)</p> <p>最後求得橡皮筋的平均分子量</p>					
器材					
<p>列出所需用到的器材、工具</p> <p>加熱板 x1</p> <p>溫度計 x1(可量至 100°C)</p> <p>攪拌石 x1</p> <p>三梁天平 x1</p> <p>橡皮筋 x1</p>					

鐵絲及尼龍繩 xn

變因

1. 列出實驗中相關操縱變因、應變變因及控制變因有哪些？

操縱變因：溫度

應變變因：橡皮筋的張力

控制變因：橡皮筋重量

2. 列出相關變因的操縱型定義。

溫度大小：°K、橡皮筋張力大小：N、橡皮筋重量：gw

研究方法與步驟

1. 研究原理與設計：(需包含控制變因法要項)

橡皮筋會熱縮冷脹，

依據熱力學第一定律及第二定律可得下列之公式

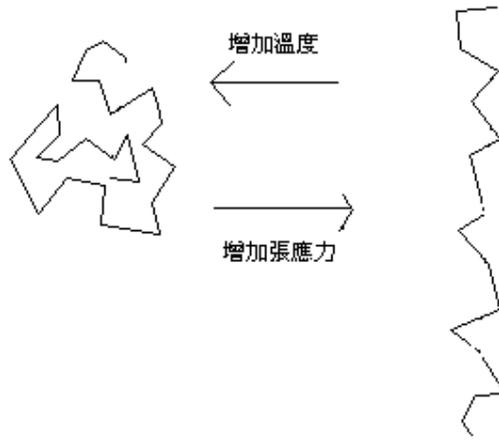
$$dU = TdS - dW$$

當橡皮筋原長 L_0 ，受力 F ，伸長量 dL

$$dW = -FdL + PdV \quad (\text{假設橡膠伸長體積不變, } dV=0)$$

$$\therefore dU = TdS + FdL \quad \dots\dots (A)$$

$$\text{When } T = \text{const}, \quad F = \left[\frac{\partial U}{\partial L} \right]_T - T \left[\frac{\partial S}{\partial L} \right]_T \quad \dots\dots (B)$$



橡膠因外力伸長, $\Delta S < 0$

升高溫度恰好產生相反的效應，鏈結的熱能隨溫度的增加而增加，因而使其側向振動加劇，這有助於分子恢復較無規律或較高亂度的狀態，此一效應有將被伸長了的兩個鏈端拉近的趨勢，因而產生收縮力。

也就是說，因為環境溫度上升，使亂度增加，導致橡皮筋縮短

在伸長量固定在 L_1 時，每一次溫度上升，橡皮筋溫度就會縮短，直到溫度達平衡時，就會再回到 L_1 的長度。此時，會有一恢復力=張力(方向向下)

由 $A = U - TS$ (A: 功函數)

$dA = dU - TdS - SdT$ 由 (A) 式可知: $dU = TdS + FdL$

$\therefore dA = FdL - SdT \dots (C)$

$$dL=0, \quad -s = \left[\frac{\partial A}{\partial T} \right]_L; \quad dT=0, \quad F = \left[\frac{\partial A}{\partial L} \right]_T; \quad \left[\frac{\partial F}{\partial T} \right]_L = \left[\frac{\partial}{\partial T} \left[\frac{\partial A}{\partial L} \right]_T \right]_L = \left[\frac{\partial}{\partial L} \left[\frac{\partial A}{\partial T} \right]_L \right]_T = - \left[\frac{\partial S}{\partial L} \right]_T$$

$$F = \left[\frac{\partial U}{\partial L} \right]_T - T \left[\frac{\partial S}{\partial L} \right]_T \dots (B) \quad \text{將(B)帶回上式 } F = \left[\frac{\partial u}{\partial L} \right]_T + T \left[\frac{\partial F}{\partial T} \right]_L$$

$$\text{利用統計熱力學的機率公式: } W(x, y, z) = \left(\frac{3}{2NL^2\pi} \right)^{\frac{3}{2}} e^{\left[\frac{-3r^2}{2NL^2} \right]}$$

$\Delta S = k \ln W$ (N: 分子鏈單位的數目) 其中 $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$

$$\text{求出 } \Delta s = - \left(\frac{Nk}{2} \right) \left[\lambda^2 + \frac{2}{\lambda} - 3 \right] \quad (k: \text{ Boltzmann's constant})$$

其中 $\lambda = L/L_0$ (L_0 : 橡皮筋原長 L: 伸長後長度)

$$dL = L_0 d\lambda; -\left[\frac{\partial s}{\partial \lambda}\right]_T = Nk\left(\lambda - \frac{1}{\lambda^2}\right) = -\left[\frac{\partial s}{\partial\left(\frac{L}{L_0}\right)}\right]_T = -L_0\left[\frac{\partial s}{\partial L}\right]_T$$

$$\text{又 } -\left[\frac{\partial s}{\partial \lambda}\right]_T = -L_0\left[\frac{\partial s}{\partial L}\right]_T = L_0\left[\frac{\partial F}{\partial T}\right]_L = \frac{m}{Mn} N_{av} k\left(\lambda - \frac{1}{\lambda^2}\right)$$

由分子數的觀念：

分子數 $N = (m/Mn) * N_{av}$

$$Mn = \frac{mR}{L_0\left[\frac{\partial F}{\partial T}\right]}\left[\lambda - \frac{1}{\lambda^2}\right]$$

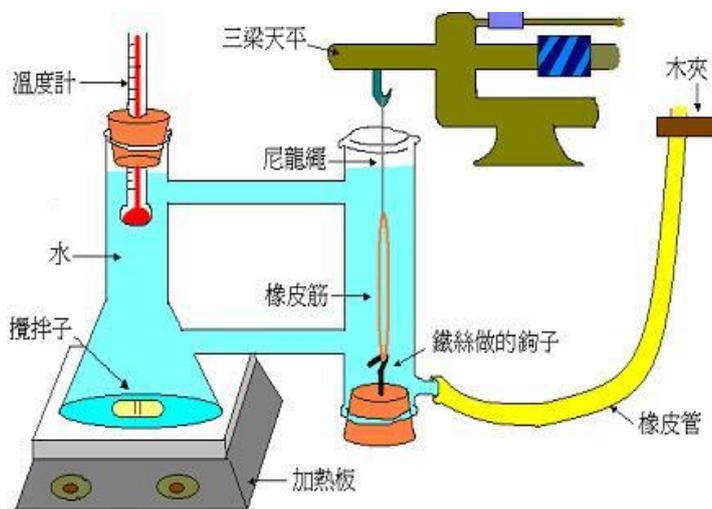
其中

m：橡皮筋的質量

Mn：平均分子量

N_{av}：亞佛加厥常數

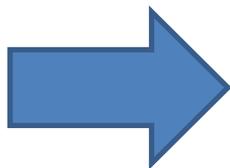
2. 研究流程與步驟：(以流程圖呈現)



一、實驗前，測量橡皮筋的重量(m)及自然伸長的長度(L₀)。

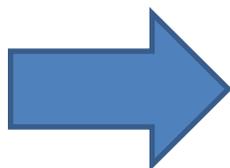
二、如圖所示：將橡皮筋一端綁住尼龍繩，尼龍繩吊在天平鐵鉤上，橡皮筋的另一端掛至軟木塞鐵鉤上，將其塞住玻璃管

三、加熱循環,使水溫升至 80°C(可加入熱水並同時攪拌之),待水溫平衡後因為溫度上升,導致橡皮筋的張力變大
調整砝碼,使其再度平衡,紀錄平衡溫度時之 W_1, L_1, T_1
註:先達平衡,再讀溫度的刻度



四、停止加熱,但仍須攪拌,由橡皮管導出適量熱水,並加入約等量的冷水(不要倒出太多,以免溫度下降過快)

五、溫度再度平衡後(此時橡皮筋的長度須為 L_1)再度調整砝碼位置,測其 T_2, W_2
註:量 W 時 都要扣除橡皮筋的重量以及校正值



六、重複步驟 3~5,測取十組數據
改變伸長量為 L_2 ,重複以上步驟 測量十組數據
得到五組不同伸長量(L_1, L_2, L_3, L_4, L_5)
對溫度改變的關係

實驗結果與討論

記錄結果的數據,再將數據加以組織成表格、圖形等格式。

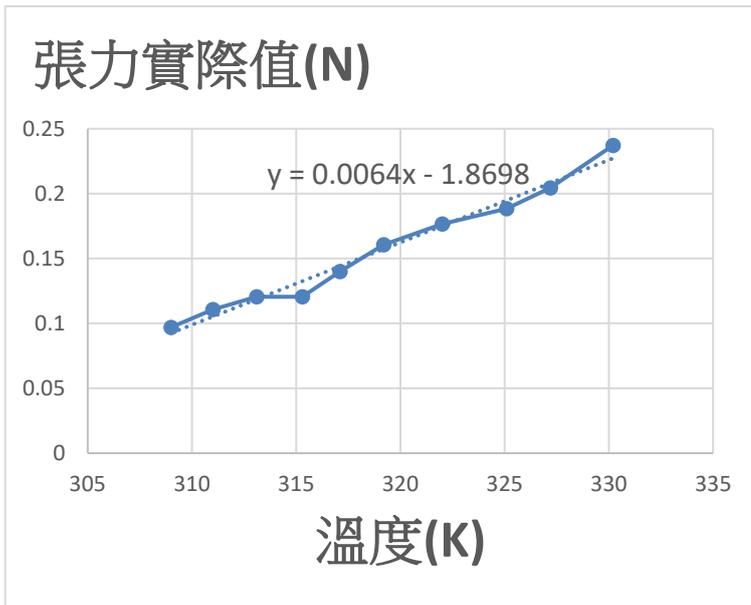
第一組數據($L_1 = 15.50\text{cm}$; 天平校正讀數 $W_{01} = 0.000\text{g}$)

溫度(K)	張力紀錄值(gw)	張力實際值(gw) (已扣除橡皮筋質量及校正值)	張力實際值 (N)
330.20	26.200	24.200	0.23716
327.20	22.860	20.860	0.204428
325.10	21.220	19.220	0.188356
322.00	20.020	18.020	0.17659
319.20	18.380	16.380	0.160524
317.10	16.290	14.290	0.14004

315.30	14.290	12.290	0.120442
313.10	14.290	12.290	0.120442
311.00	13.300	11.300	0.11074

(1)張力實際值(gw)= 張力紀錄值(gw)+ 天平校正讀數

(2) 張力實際值(N)= 張力實際值(gw) $\times 10^{-3} \times 9.8$



第一組數據

(1)因為 $F = T = y = b + ax$ ，而由圖可知： $y = -1.87 + 6.35897 \times 10^{-3}x$ ，故斜率= 6.35897×10^{-3}

(2)橡皮筋分子量公式

其中 $\lambda = L_1 / L_0 = \frac{0.100}{0.155} = 0.645$
 $m = 2.000 \text{ g}$
 $R = 8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$
 $L_0 = 0.10 \text{ m}$
 故可得橡皮筋分子量= $5949.057 \text{ (g/mole)}$

單位:

$R = 8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K} = N \cdot \text{m/mol}\cdot\text{K}$

斜率= N/K

$L_0 = m$

結論

你的實驗結果能支持原先的假設嗎？為什麼？

由數據可看出張力是隨著溫度增加而增加

由此實驗，我們可以確認以下結論：

1.橡皮筋具有形變及恢復力

當橡皮筋伸長時，(此時 $\Delta S < 0$)

當橡皮筋縮短，(此時 $\Delta S > 0$)

2.橡皮筋的分子量約為 5949.057(g/mole)

表示橡皮筋為高分子聚合物

反思

由本實驗我學到了什麼？我有什麼心得、感想、建議等

從數據上來看，張力值都隨溫度下降而下降。也證實了，環境溫度上升，亂度增加，

橡皮筋縮短，因此張力值隨之增加。我們可以得知 改變橡皮筋分子量的因素有：

- 1.橡皮筋的種類
- 2.粗細和厚薄度
- 3.伸長量

真正的橡皮筋分子量可能是同一條橡皮筋所測出每組的分子量對伸長量做圖，求出回

歸直線 所得截距(伸長量等於零)才是真正的橡皮筋分子量。

材料化學專題- 問題導向學習單

年級	化四	學號	410832054	姓名	黃于櫟
問題					
<p>1.實驗的目的為何？</p> <p>此實驗是利用Adiabatic Expansion Method(絕熱膨脹法)來求得氣體的熱容比</p> <p>2.你想要回答的問題是什麼？</p> <p>熱容比的相關變因有哪些？</p>					
解決問題的方法					
透過理論搭配實驗驗證					
器材					
<p>列出所需用到的器材、工具</p> <p>數位式氣壓計</p> <p>橡皮塞</p> <p>橡皮管(及管夾若干)</p> <p>扳手</p> <p>氣體源 CO₂、N₂</p>					
變因					
<p>1.列出實驗中相關操縱變因、應變變因及控制變因有哪些？</p> <p>操縱變因：通入氣體壓力變化</p> <p>應變變因：γ 值</p>					

控制變因：氣體體積、實驗環境、使用器材等

2. 列出相關變因的操縱型定義。

氣體壓力測定值

研究方法與步驟

1. 研究原理與設計:(需包含控制變因法要項)

測定熱容比，可分為兩步驟：

step I：絕熱膨脹，由初始壓力P1改變至P2

【P1，V1，T1】→【P2，V2，T2】其中， $T_2 < T_1$ ， $P_2 < P_1$ ， $V_2 > V_1$

※絕熱膨脹:是與外界沒有熱量交換的膨脹過程

step II：回復至初始溫度(室溫)，並且體積保持一定值

【P2，V2，T2】→【P3，V2，T1】

其中 $P_2 < P_3$ ， $P_3 < P_1$ ，對於任何絕熱過程，

$dq = 0$

且由熱力學第一定律，對於不發生反應的密閉系，

$dU = dq + dW$

故對於step I 可得，

$dU = dW = -PdV$

因氣體定容下之熱容量，其溫度改變與內能有關係，故

$dU = C_v dT$

得

$dU = C_v dT = -PdV$

因氣體定容下之熱容量，其溫度改變與內能有關係，故

$dU = C_v dT$

得

$dU = C_v dT = -PdV$

代入理想氣體方程式 $P=nRT/V$ ，得

$$C_v dT = -nRT \, d \ln V$$

兩邊同除以 T ，

$$(C_v/T) dT = -nR \, d \ln V$$

將兩邊積分，得

$$C_v \ln(T_2/T_1) = -nR \ln(V_2/V_1)$$

在Step I中，我們使用理想氣體方程式得到：

$$T_2/T_1 = P_2 V_2 / P_1 V_1 \text{ 代入}$$

得到

$$C_v \ln(P_2/P_1) = -(nR + C_v) \ln(V_2/V_1) = C_p \ln(V_1/V_2)$$

(理想氣體中 $C_p = C_v + nR$)

整理得

$$\ln(P_2/P_1) = (C_v/C_p) \ln(V_1/V_2)$$

在Step II中，由於溫度回復至 T_1

$$V_2/V_1 = P_1/P_3$$

代入上式，得到

$$C_v \ln(P_2/P_1) = C_p \ln(P_3/P_1)$$

我們寫成

$$\gamma = C_p/C_v = [\ln(P_1/P_2) / \ln(P_1/P_3)]$$

2. 研究流程與步驟:(以流程圖呈現)

比空氣重的氣體(CO_2)要接A管，相對的，較空氣輕的氣體則要接B管。再將橡皮管接上

轉接頭再接上鋼瓶。



紀錄實驗室溫度及大氣壓力數值。



將橡皮塞塞緊，以防漏氣。



A管接上二氧化碳鋼瓶，並用扳手旋開開口充氣；並將B、C管打開，氣流不得太小，大約100ml/s(自己看轉接頭上的錶判斷大約流速)，如此充氣約15分鐘，使瓶中充滿二氧化碳氣體。



將B管用管夾夾緊，並將C管接上氣壓計上方其中一個測量孔；按氣壓計上的[ZERO]鍵歸零，按[hold]後，再按[cal]鍵可以轉換氣壓單位，再按一下[hold]便可開始測量



繼續灌入二氧化碳氣體，氣壓計顯示約80mbar後將該鋼瓶關閉。



等待一段時間，使瓶中溫度與外界溫度達到平衡，壓力計讀數穩定後，記下該值(P1)



將橡皮塞打開一下子，再迅速關上，紀錄關上橡皮塞瞬間的壓力計讀數(P2)



等待15分鐘，使瓶內溫度回到室溫，紀錄氣壓計穩定數值(P3)



重複上述步驟多次並計算 γ 值



再換充入氮氣而關閉B管，重複上述步驟多次並計算 γ 值

實驗結果與討論

記錄結果的數據，再將數據加以組織成表格、圖形等格式。

通入 **CO₂** 氣體

mbar	1	2	3	4
P₁	84.5	80.6	83.4	85.0
P₂	1.0	15.0	12.3	21.7
P₃	2.3	20.5	15.4	24.1
γ	1.2311	1.2282	1.1330	1.0832
理論值	1.29			
誤差	4.57%	4.79%	12.17%	16.03%

室溫：25.0°C

氣壓：992.1mbar

通入 N_2 氣體

mbar	1	2	3	4
P_1	83.6	83.5	85.1	80.9
P_2	3.4	13.2	11.4	2.2
P_3	19.9	16.5	8.8	15.4
γ	2.2310	2.0115	0.8859	2.1730
理論值	1.41			
誤差	58.23%	42.62%	37.17%	53.90%

室溫：25.0°C

氣壓：992.1mbar

結論

你的實驗結果能支持原先的假設嗎？為什麼？

可以但有較大誤差，1. 誤差來自於橡皮塞打開的時間：

若開太久→造成系統不絕熱，所以數值會偏低。 若開太短→使瓶內內壓不與外壓相等，所得數值偏高。

2. 接縫處有可能未完全密封，用凡士林使氣瓶更接近氣閉

3. 接上氮氣時，我們這組接在 a 管，因氮氣比空氣輕，造成空氣在下，氮氣在上，讓氮氣跑出過多，造成不准，氮氣因接上 b 管。

反思

由本實驗我學到了什麼？我有什麼心得、感想、建議等

本實驗分別藉由量測 N_2 及 CO_2 在不同時間內的壓力值 (P_1 :鋼瓶關閉後之穩定值 P_2 :橡皮塞打開迅速關上時的值 P_3 :關上橡皮塞後之穩定值)，並運用熱力學第一定律所證出的熱容比 (C_p 及 C_v) 求出 γ 值；從實驗數據上來說，我們不論在 CO_2 或是 N_2 上所得出的 γ 值，皆與理論值有些許誤差，其中又以 N_2 最大，我想氮氣是因為我們實驗時所接上的橡皮管位置有錯誤，讓氣瓶還有許多空氣在氣瓶裡，而量出的數值有偏差，所以下次我們應在實驗前預習下步驟及思考如何做，盡量避免一些人為疏失。另外可能造成誤差的原因為因為無控制好溫度，達到絕熱過程以及橡皮塞與氣瓶未完全密合，達到密閉系統，而這些由於無法控制完全，故我們應能避免就盡可能做好，畢竟實驗並非十全十美。

材料化學專題- 問題導向學習單

Method of Initial Rates : Iodine Clock

年級	化學四	學號	410832015	姓名	林韋呈
問題					
<p>1.實驗的目的為何？藉由測量化學反應的初始速率來求得速率定律，並由反應速率與溫度之關係求得反應活化能</p> <p>2.你想要回答的問題是什麼？</p> <p>澱粉在酸中不穩定，澱粉會慢慢水解而失去指示劑的功能，且會和鹽酸反應，破壞其結構，造成實驗誤差</p>					
解決問題的方法					
澱粉指示劑在反應前加入					
器材					
天平 x1(精密至 0.01 克)、燒杯(100mL)x12、燒杯(250mL)x2、燒杯(1000mL)x1、量瓶(250mL)x1、量瓶(10mL)x1、藥勺 x3、滴管 5、溫度計 1、碼表 x1、洗滌瓶 x1、玻棒 x3、刷子、工程用計算機					
potassium iodide(KI，碘化鉀) 分子量:166.0028，白色晶體，密度:3.123 g/cm ³ ，熔點: 681°C (954 K);沸點:1330 C (1603 K)，溶解性（水）140 g/100 mL (20 °C)，2 g/100 mL（乙醇）。俗稱鉀碘。是一種無機化合物，用於製備有機碘化物等，並用作化學試劑。一般人未經指示，不當服用會引起甲狀腺亢進症狀。					
Potassium bromate(KBrO ₃ ，溴酸鉀) 分子量:167.00，白色結晶粉末，密度:3.27 g/cm ³ ，熔點:350°C (623 K)，沸點:370°C (643 K)，溶解性（水）6.91 g/100 mL (20 °C)。溴酸鉀是一種強氧化劑，易提純，可作為基準物質直接配製標準溶液。					
Sodium thiosulfate(Na ₂ S ₂ O ₃ ，硫代硫酸鈉) 分子量:158.09774，白色晶體，密度:1.667 g/cm ³ ，熔點:48.3°C，溶解性（水）73.0 g/100 mL (20°C)。硫代硫酸鈉易溶於水，遇強酸反應產生硫和二氧化硫。					
Hydrogen chloride(HCl，鹽酸) 分子量:36.46，無色至淡黃色清澈液體，密度:1.18g/cm ³ ，熔點:- 27.32°C (247K，38%溶					

液)，沸點:48°C (321K, 38%溶液) 濃鹽酸會揮發出酸霧。鹽酸本身和酸霧都會腐蝕人體組織，可能會不可逆地損傷呼吸器官、眼部、皮膚和胃腸等。在將鹽酸與氧化劑混合時，會產生有毒氣體氯氣。

澱粉指示劑(1%重量百分濃度)(加入熱水調配)、蒸餾水、冰塊

變因

1. 列出實驗中相關操縱變因、應變變因及控制變因有哪些？

操縱變因:混和物的濃度差異

應變變因:溫度

控制變因:速率

2. 列出相關變因的操縱型定義。

$$\ln k = -\frac{E_a}{R} \frac{1}{T} + \ln A$$

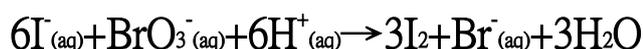
A 為阿瑞尼斯常數，R = 8.314 J/ mole*K，T 為絕對溫度。

將 logk 對 1/T 作圖，找出符合實驗結果的最佳直線，可由此直線之斜率求出活化能 E_a ，並由潔具求出阿瑞尼斯常數 A。

研究方法與步驟

1. 研究原理與設計:(需包含控制變因法要項)

本實驗探討碘離子與溴酸根離子在酸性條件下的反應動力學



其速率定律如下:

$$-\frac{d[\text{BrO}_3^-]}{dt} = k[\text{I}^-]^a[\text{BrO}_3^-]^b[\text{H}^+]^c \quad (2)$$

為了測量反應的初始速率，本實驗利用定量之 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 與 I_2 進行反應：

$$-\frac{d[\text{BrO}_3^-]}{dt} = \frac{1}{6} \frac{d[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]}{dt} \quad (3)$$

當溶液中尚有 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 時，反應式(1)所生成的 I_2 會立即與 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 反應而消失；當

$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 消失後，溶液中的 I_2 即開始累積，利用澱粉指示劑可偵測出 I_2 的存在。記錄反應(1)從開始到含有澱粉指示劑的溶液變藍所需的時間，可以求得 $d[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]/dt$ ；再藉由 $d[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]/dt$ 可以算出

$-d[\text{BrO}_3^-]/dt$ 。改變反應溫度分別求得不同溫度下的速率常數，經由阿倫尼亞斯 (Arrhenius) 方程式決定反應活化能：

$$\ln k = -\frac{E_a}{R} \frac{1}{T} + \ln A$$

(4)

上式中 k 為速率常數， E_a 為活化能， A 為阿瑞尼斯常數， $R = 8.314 \text{ J/mole}\cdot\text{K}$ ， T 為絕對溫度。將 $\log k$ 對 $1/T$ 作圖，找出符合實驗結果的最佳直線，可由此直線之斜率求出活化能 E_a ，並由潔具求出阿瑞尼斯常數 A 。

2. 研究流程與步驟:(以流程圖呈現)

實驗步驟：

(一)濃度對反應速率的影響表一為本實驗中不同反應混合物的每種反應物所需用量，藉不同實驗條件所得的反應速率以初始速率法，找出反應速率定律表一：室溫下之反應混合物(反應物體積的單位為 mL)

反應混合物	燒杯 I(100mL)			燒杯 II(10 mL)		
	0.01M KI	0.001M Na ₂ S ₂ O ₃	H ₂ O	0.04M KBrO ₃	0.1M HCl	澱粉指示劑
1	5	5	5	5	5	5 滴 (反應前才加入)
2	10	5	0	5	5	
3	5	5	0	10	5	
4	5	5	0	5	10	

1. 反應混合物 1 的製備方法為:

利用 10mL 量筒分別量測 5mL 0.01M KI、5mL 0.001M Na₂S₂O₃ 以及 5mL 蒸餾水，倒入 100 mL 燒杯 I 內。然後分別量測 5mL 0.04M KBrO₃ 與 5mL 0.1M HCl，倒入 100 mL 的燒杯 II 內。

2. 加 5 滴澱粉指示劑於燒杯 II，將燒杯 II 的溶液倒入燒杯 I，同時按下碼錶開始計時。搖晃燒杯 I，使所有反應物混合均勻之後靜置觀察。當溶液出現藍色時停止計時並記錄秒數。利用溫度計測量藍色溶液的溫度。

3. 改變反應混合物(見表一)，重複上述實驗步驟 1 和 2。

(二)溫度對反應速率的影響

1. 使用表一中反應混合物 1 的條件，改變反應溫度，比較在相同的反應物濃度下，不同之反應溫度對反應速率的影響。設定不同溫度分別為室溫、10°C 與 0°C。(其中室溫的實驗在實驗步驟(一)已完成，故不必操作)

2. 在 1000mL 燒杯內加入適量之水與冰塊以調配出約 10°C 的水浴。分別將燒杯 I 與燒杯 II 浸入 10°C 的水浴中，確認燒杯 I 與燒杯 II 中溶液的溫度均達約 10°C 後，進行實驗步驟(一)之 2. 的步驟。(利用相似的方法進行 0°C 的實驗)

實驗結果與討論

記錄結果的數據，再將數據加以組織成表格、圖形等格式。

(一)反應混合物變色所需的時間

反應混合物	時間 1	時間 2	平均	室溫溫度
1	300	306	303	22.0
2	175	169	172	
3	169	165	167	
4	90	94	92	

(二)不同溫度時反應混合物 1 變色所需的時間

	0°C	10°C	室溫
反應混合物實際溫度	3	11.5	22
變色所需的時間	2576	620	312

實驗結果

A. 算出反應級數 a、b、c

利用 $(1/6)(\partial[S_2SO_3^{2-}]/\partial t) = -\partial[BrO_3^-]/\partial t = k[I^-]^a [BrO_3^-]^b [H^+]^c$ 反應混合物 1 :

$$(1/6)(0.001 \times 5 \div 25 \div 303) = k[(0.01 \times 5) \div 25]^a [(0.04 \times 5) \div 25]^b [(0.1 \times 5) \div 25]^c$$

反應混合物 2 :

$$(1/6)(0.001 \times 5 \div 25 \div 172) = k[(0.01 \times 10) \div 25]^a [(0.04 \times 5) \div 25]^b [(0.1 \times 5) \div 25]^c$$

反應混合物 3 :

$$(1/6)(0.001 \times 5 \div 25 \div 167) = k[(0.01 \times 5) \div 25]^a [(0.04 \times 10) \div 25]^b [(0.1 \times 5) \div 25]^c$$

反應混合物 4：

$$(1/6)(0.001 \times 5 \div 25 \div 92) = k[(0.01 \times 5) \div 25]^a [(0.04 \times 5) \div 25]^b [(0.1 \times 10) \div 25]^c$$

由反應混合物 1、反應混合物 2 可得， $a=0.811$ 。由反應混合物 1、反應混合物 3 可得， $b=0.855$ 。由反應混合物 1、反應混合物 4 可得， $c=1.719$ 。

B. 算出室溫下平均反應速率常數 k

由反應混合物 1 可得，

$$(1/6)(0.001 \times 5 \div 25 \div 303) = k_1 [(0.01 \times 5) \div 25]^{0.811} [(0.04 \times 5) \div 25]^{0.855} [(0.1 \times 5) \div 25]^{1.719}$$
$$k_1 = 0.878$$

由反應混合物 2 可得，

$$(1/6)(0.001 \times 5 \div 25 \div 172) = k_2 [(0.01 \times 10) \div 25]^{0.811} [(0.04 \times 5) \div 25]^{0.855} [(0.1 \times 5) \div 25]^{1.719}$$
$$k_2 = 0.878$$

由反應混合物 3 可得，

$$(1/6)(0.001 \times 5 \div 25 \div 167) = k [(0.01 \times 5) \div 25]^{0.811} [(0.04 \times 10) \div 25]^{0.855} [(0.1 \times 5) \div 25]^{1.719}$$
$$k_3 = 0.878$$

由反應混合物 4 可得，

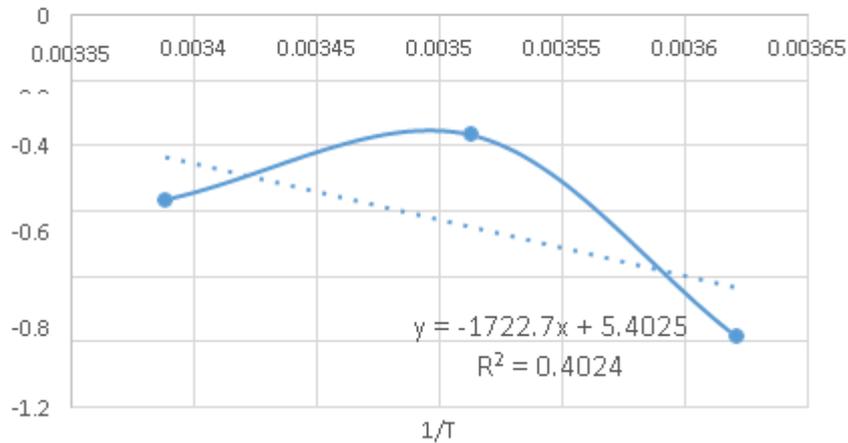
$$(1/6)(0.001 \times 5 \div 25 \div 92) = k_4 [(0.01 \times 5) \div 25]^{0.811} [(0.04 \times 5) \div 25]^{0.855} [(0.1 \times 10) \div 25]^{1.719}$$
$$k_4 = 0.878$$

平均反應速率常數 $k=0.878$

C. 求出活化能 E_a 及阿瑞尼斯常數 A

T(K)	276.15	284.65	295.15
1/T	0.003621	0.003513	0.003388
k	0.103	0.430	0.878
logk	-0.987	-0.367	-0.565

logk 對 1/T 做



$$\log k = -1722.7 (1/T) + 5.4025 (1/T)$$

由 $\log k = -\frac{E_a}{(2.303)RT} + \log A$ 與 $R = 8.314 \text{ J/(mole K)}$ 可得，

$$E_a / (2.303 \times 8.314) = 1722.7$$

$$E_a = 32984.78 \text{ J}$$

$$\log A = 5.4025$$

$$A = 252638.771$$

結論

你的實驗結果能支持原先的假設嗎？為什麼？

可以

我們觀察到改變反應溫度分別求得不同溫度下的速率常數確實會因為實驗時的溫度上升而使反應速率加快。

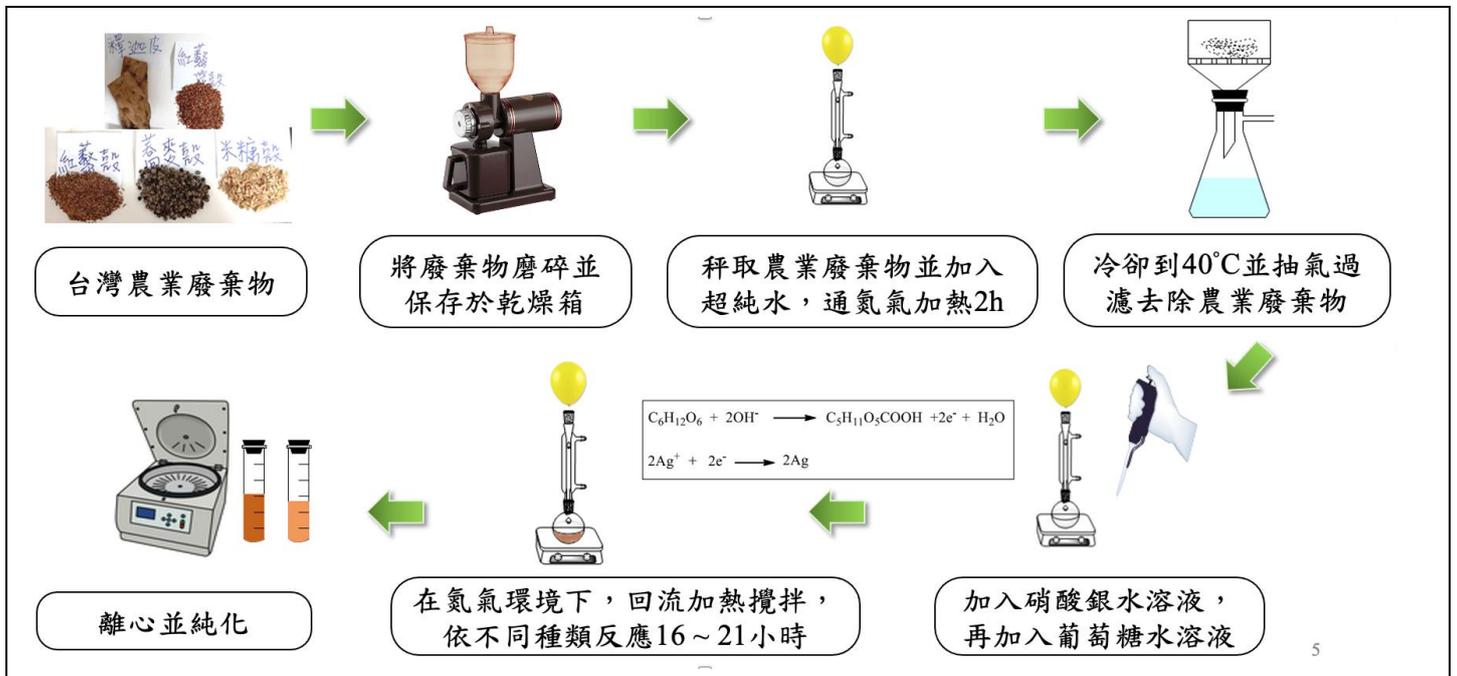
反思

由本實驗我學到了什麼？我有什麼心得、感想、建議等

實驗較好理解，配藥與操作上也無太大的困難，時常在等待變色的那一刻，由於反應速率很容易受到溫度與濃度影響，每組配藥的濃度一定會有些微的差異。本次實驗是以某一定比例的反應當作實驗組，然後保持相同體積量並改變單一濃度變因當對照組，進而去求得反應級數，然後再將實驗組中的濃度值帶入已知反應級數的反應速率方程中，即可求得反應速率常數 k 。最後以相同手法，但不同溫度去配合 Arrhenius equation，以 $\log k$ 對 $1/T$ 做圖，即可求得 E_a 。由這次實驗，我了解溫度與濃度對反應速率的重要性，且不同溫度下的反應速率與反應速率常數也皆不同。

材料化學專題- 問題導向學習單

年級	化學四	學號	410832008	姓名	江昊哲
問題					
1.實驗的目的為何? A：利用農產品廢棄物綠色合成銀奈米粒子。					
2.你想要回答的問題是什麼? A：利用農產品廢棄物綠色合成銀奈米粒子是否可行？					
解決問題的方法					
利用常見農業廢棄物進行實驗，並利用各種儀器進行銀奈米粒子的鑑定。					
器材					
農業廢棄物、咖啡磨豆機、加熱迴流裝置、抽氣過濾裝置、離心裝置。					
變因					
1.列出實驗中相關操縱變因、應變變因及控制變因有哪些？					
A：控制變因：起始物的重量、磨碎時間、迴流時間及溫度，合成奈米銀粒子的時間及溫度。					
操縱變因：不同種類的農業廢棄物。					
應變變因：產生各種不同大小的奈米銀粒子。					
2.列出相關變因的操縱型定義。找出最佳化條件。					
不同的農業廢棄物應該會產生不同的奈米銀粒徑大小。					
研究方法與步驟					



實驗結果與討論

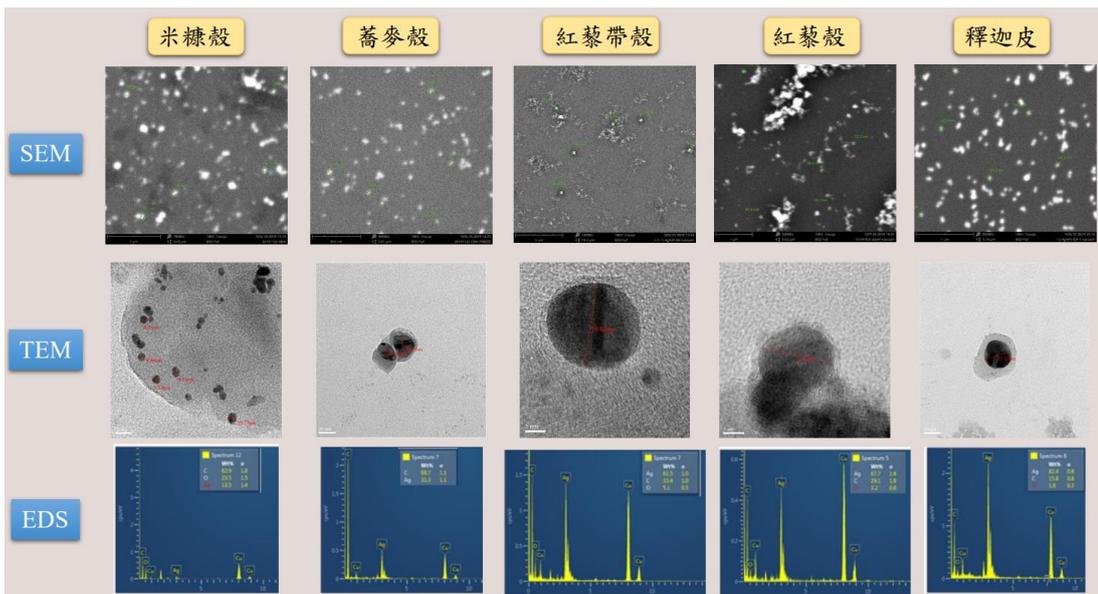
1. 奈米粒徑測定(DLS)

發現紅藜帶殼可以生成較大粒徑的奈米銀粒子。

農作廢棄物	粒徑(nm)
米糠殼	50-60
蕎麥殼	45-50
紅藜帶殼	200-300
紅藜殼	50-70
釋迦皮	40-50

2. 尺寸與形狀

從 SEM、TEM 中可以看見奈米銀粒子，從 EDS 可以進一步確認其元素成分含有銀。



結論

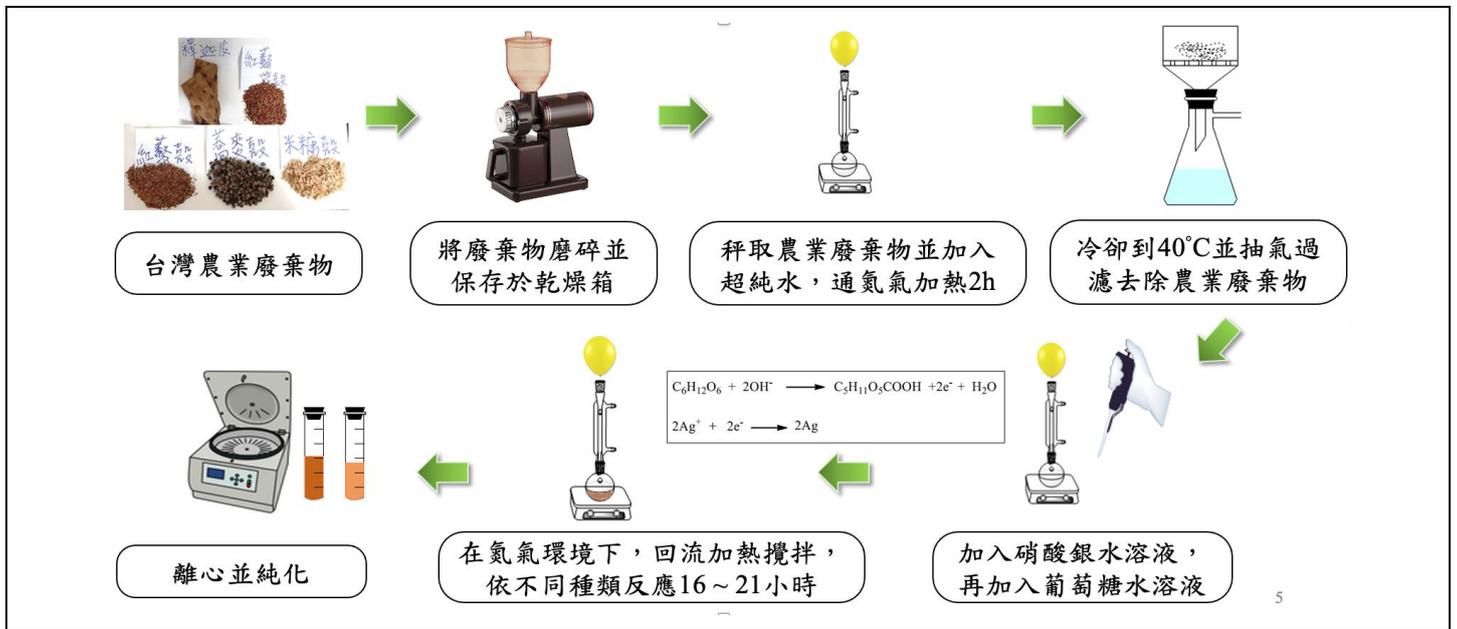
利用廢棄物綠色合成銀奈米粒子是可行的合成方法。且會有不同的粒徑大小生成。

反思

可以利用各種不同的農業廢棄物來合成奈米銀粒子，如此便能提升廢棄物的價值，達到更具經濟利益的使用。

材料化學專題-問題導向學習單

年級	化學四	學號	410832036	姓名	彭乃馨
問題					
<p>1. 實驗的目的為何？</p> <p>利用農產品廢棄物綠色合成銀奈米粒子。</p> <p>2. 你想要回答的問題是什麼？</p> <p>利用農產品廢棄物綠色合成銀奈米粒子是否可行。</p>					
解決問題的方法					
進行實驗測試。					
器材					
咖啡磨豆機、離心裝置、加熱迴流裝置、抽氣過濾裝置。					
變因					
<p>1. 列出實驗中相關操縱變因、應變變因及控制變因有哪些？</p> <p>操縱變因：起始物的重量；應變變因：迴流時間及溫度；控制變因：合成奈米銀粒子的時間及溫度等。</p> <p>2. 列出相關變因的操縱型定義。</p> <p>找出最佳化條件。</p>					
研究方法與步驟					

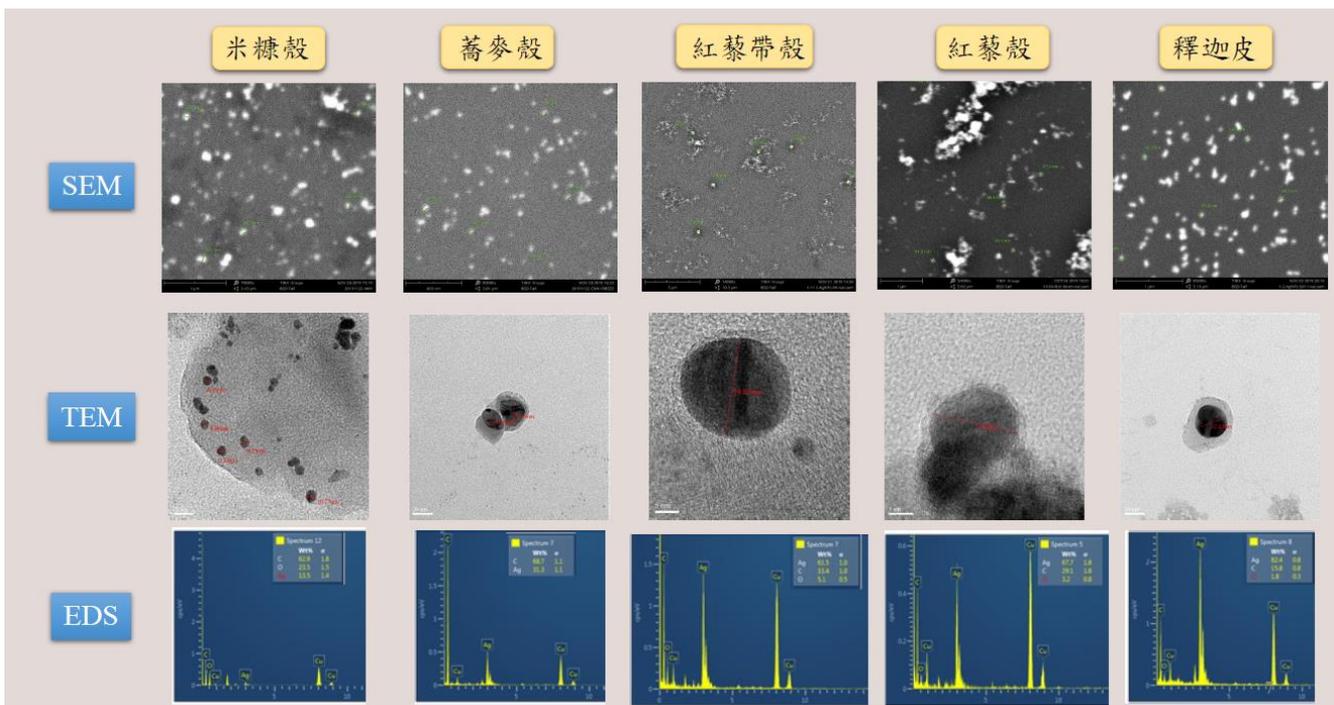


實驗結果與討論

1. 奈米粒徑測定(DLS)

農作廢棄物	粒徑(nm)
米糠殼	50-60
蕎麥殼	45-50
紅藜帶殼	200-300
紅藜殼	50-70
釋迦皮	40-50

2. 尺寸與形狀



結論

利用廢棄物綠色合成銀奈米粒子是可行的合成方法。

反思

廢棄物不是沒有用，它們也能夠合成奈米銀以作為其他用途。