



國立中正大學

National Chung Cheng University



積極創新 修德澤人



114-2

特色實驗教材二、
利用節能法合成聚乙烯吡咯烷酮

115.05.10 ~ 115.05.16 (預估時間：2小時)

一、目的

利用傳統加熱與微波加熱合成聚乙烯吡咯烷酮 (PVP)，
並比較兩者的加熱效率。



二、原理

- 聚合物 (Polymer) 是由許多重複的單體 (Monomer) 或結構單元 (Structural unit) 透過共價鍵連接而形成的高分子化合物；這種聚合過程稱作聚合反應 (Polymerization)，形成的長鏈或網狀結構可賦予聚合物特殊的物理及化學性質。

根據結構與來源，聚合物可以分為：

1. 天然聚合物 (如蛋白質、DNA、纖維素、橡膠等)
2. 合成聚合物 (如聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、PVP 等)

根據聚合方式，主要有：

1. 加成聚合 (Addition Polymerization)
2. 縮合聚合 (Condensation Polymerization)

二、原理

- 本實驗的聚合物為聚乙炔吡咯烷酮 (PVP)，是由單體之 N-乙炔基-2-吡咯烷酮 (N-Vinyl-2-pyrrolidone) (VP) 加成聚合而得到的高分子化合物。
- PVP 在乾燥的環境下，外觀是白色或淡黃色的粉末。因為其毒性小，且溶於水、乙醇、氯仿等有機溶劑，所以經常用來做食品添加劑或藥物黏結劑；日常生活中常見的聚合物有 PET、PVC、PTFE 等。

傳統加熱與微波加熱的原理

- 傳統加熱：

外部熱源是經由接觸傳導，藉由容器傳導至溶液中，而溶液則再經由對流傳導至反應物，在傳導的過程中，部分能量可能散失在容器或空氣中。
- 微波加熱：

一種低能量電磁波，透過反應物和溶劑中的極性分子經由微波照射後，使分子產生每秒數十億次的高速震動，造成分子的運動和相互摩擦而產生熱能。因此微波加熱相較於傳統加熱，有加熱速度較快、節能高效、加熱均勻等優點。

微波加熱的原理

微波加熱的原理為依靠電場的存在，以下列兩種方式與分子相互作用進而產生熱能：

1. 偶極轉動 (Dipolar Rotation)：分子會不斷地來回轉動，使其偶極子 (Dipole) 不斷來回變化與電場的方向對齊，每個旋轉分子之間的摩擦即會產生熱能。
2. 離子傳導 (Ionic Conduction)：一種或多種自由離子在空間中平移，試圖與變化的電場方向對齊。如同偶極轉動方式，這些運動的物質之間摩擦即會產生熱能，反應混合物的溫度越高，能量傳遞的效率就越高。

三、儀器與藥品

儀器

加熱攪拌器 (公用)	微波爐 (1500 W) (公用)	分光光度計 (公用)
樣品瓶 (40 mL)	樣品瓶 (20 mL)	滴管
保鮮膜	拭鏡紙	容槽 (Cuvette)
鋁箔紙	量筒 (10 mL)	

※除了量筒外皆為公用或助教提供

藥品

偶氮二異丁腈 (AIBN) ***	硝酸銀 (AgNO ₃) ***
乙烯吡咯烷酮 (VP) **	

* : 具有腐蝕性 * : 具有刺激性 * : 具有易燃性
* : 具有毒性 * : 怕光照，須以鋁箔紙包覆

參考資料：<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>

四、實驗步驟

(一) 聚乙烯吡咯烷酮 (PVP) 的製備 (微波加熱)

1. 秤取 0.030 g AIBN 放於 100 mL 燒杯中，再加入 10.00 mL VP 以及 10.00 mL 去離子水，並在室溫下攪拌 20 分鐘後，即可得到淡黃色溶液。
2. 吸取 4.00 mL 步驟 1 的淡黃色溶液放於 20 mL 樣品瓶中，利用保鮮膜將樣品瓶封口放入微波爐中。
3. 放進將微波爐功率調整至 750 W，並加熱 30 秒後停止；靜置等待 30 秒，再加熱 60 秒後停止。

四、實驗步驟

4. 待反應結束後（如圖一），再放進 120.0°C 的烘箱中，烘烤 10 分鐘。



圖一、PVP 固體 (微波加熱)

四、實驗步驟

(二) 聚乙烯吡咯烷酮 (PVP) 的製備 (加熱攪拌器加熱)

5. 吸取 4.00 mL 步驟 1 的淡黃色溶液放於 40 mL 樣品瓶中，並放在油浴鍋內，利用加熱攪拌器加熱至 120.0°C ，反應 30 分鐘 (如圖二)。
6. 待反應結束後 (如圖三)，再放進 120°C 的烘箱中，烘烤 10 分鐘。



圖二、傳統加熱架設

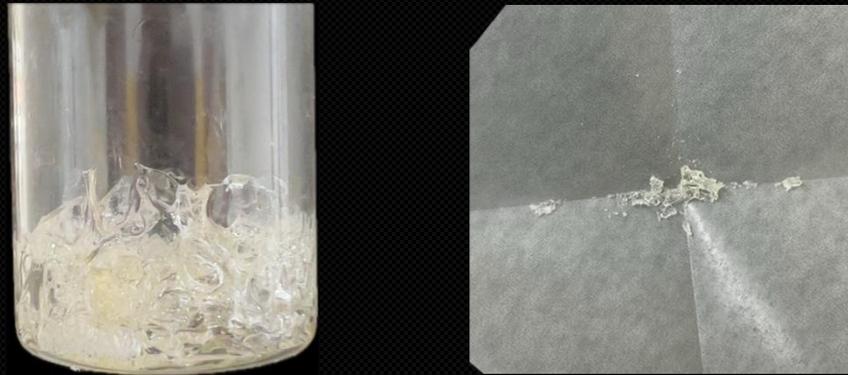


圖三、PVP 固體(傳統加熱)

四、實驗步驟

(三) 定性分析聚乙烯吡咯烷酮 (PVP)

7. 秤取 0.300 g 硝酸銀與 0.200 g 微波加熱製備的 PVP (如圖四) 放於 20 mL 樣品瓶中，再加入 10.00 mL 去離子水，最後利用保鮮膜封住瓶口。



圖四、PVP 固體

四、實驗步驟

8. 把封口的樣品瓶放入微波爐中，利用 750 瓦加熱 20 秒，即可得到黃色溶液。(如圖五)
9. 最後把黃色溶液冷卻至室溫，並吸取黃色溶液進行分光光度計之定性分析 (400 ~ 450 nm)。
10. 更換成加熱攪拌器加熱製備的 PVP，重複步驟 7 ~ 9



圖五、黃色溶液

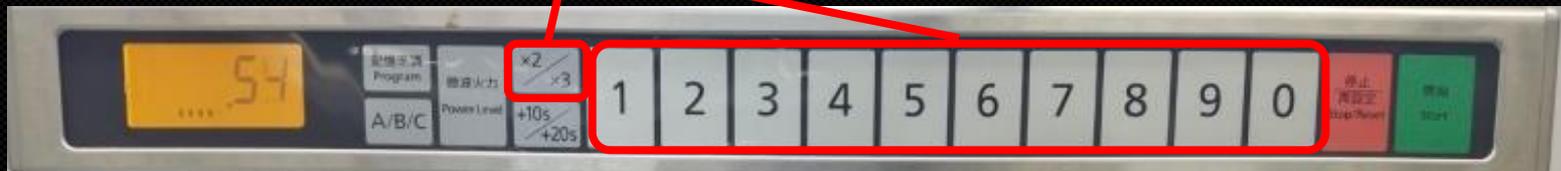
微波爐使用介紹



- 微波爐上方的操作面板可選擇火力、開始與停止。
- 火力調控請直接點擊“微波火力”會依序從 P 10 (1500 W) 下降至 P 1 (300 W)，此實驗需求為 750 W 故將火力設定在 P 5 即可。

微波爐使用介紹

選擇時間



- 需選定加熱時間，可在數字列上輸入需求時間，亦可以點擊 + 10 s 來控制所需時間。
- 結束加熱後須注意不可直接拿取容器，容易燙燒需戴上防熱手套後才可拿取。



五、注意事項

1. 秤取 AIBN 時需要準確秤取，否則會影響結果。
2. 從烘箱中拿出的 PVP 須放置到常溫才可挖取，否則將黏在器材上。
3. 量取硝酸銀須將樣品瓶包裹鋁箔紙，放入微波爐時需拿下。
4. PVP 挖取時盡量取用小顆粒的 PVP，避免製作溶液時放置到室溫仍然有顆粒存在。
5. 若 PVP 固體不好挖取，搗碎時需在樣品瓶下墊抹布及穿著棉手套，避免樣品瓶破裂導致受傷。
6. 傳統加熱需特別注意要等到達指定溫度後才能放入油浴鍋內反應，否則失敗率會提高。

五、注意事項

7. 微波爐左右與後方都有排氣口，請勿靠近排氣口。
8. 如有微波爐液體噴濺請立刻通知助教。實驗後樣品瓶集中至前方大塑膠瓶由助教統一處理。
9. 使用分光光度計，需要測不同的波長時，必須重測一次 blank 數據才會準確。
10. 實驗進行中，務必要穿著實驗衣，並戴護目鏡、手套和口罩。
11. 本實驗中所有藥品皆具毒性及一定的危險性，因此在操作本實驗時請謹守實驗室安全規範及助教指示，以確保安全。
12. 所有藥品及實驗器具皆不能帶出實驗室。

六、實驗數據與結果

1. 請詳細記錄傳統加熱合成聚乙炔吡咯烷酮的實驗中，所觀察到的現象。

六、實驗數據與結果

2. 微波爐與加熱攪拌器加熱紀錄表

	微波加熱	加熱攪拌器加熱
功率 (W)		
加熱時間 (s)		
所消耗能量 (kJ)		
相對效率 (%)	100%	

六、實驗數據與結果

3. 請紀錄聚乙烯吡咯烷酮 (PVP) 與硝酸銀結合後的吸收度

波長 (nm)	微波加熱吸收度 (A)	加熱攪拌加熱吸收度 (A)
400		
405		
410		
415		
420		
425		
430		
435		
440		
445		
450		

七、問題與討論

1. 本實驗主題為「節能法合成 PVP」。請根據「六、實驗數據與結果」中的紀錄表，計算出使用「微波加熱」相較於「加熱攪拌器加熱」節省了多少能量 (kJ)？並計算其節能率 (Energy Saving Rate, %)約為多少？

七、問題與討論

2. 除了本實驗所合成的聚乙烯吡咯烷酮 (PVP)，請再舉出 3 個聚合物例子，並畫出各個單體的結構。

七、問題與討論

3. 若以 200 W 的加熱器，其效率為 30%，來對 1 公斤的水進行加熱由 30°C 升溫至 100°C，請問需時多久？

七、問題與討論

4. 為什麼 PVP 具有良好的水溶性，而其他某些高分子（如 PVC）則不溶於水？

國立中正大學化學暨生物化學系

教材製作：韓克謙 助教

教材編修：周詩韻 助教

指導老師：于淑君 教授

製作日期：115.02.09