

補充教材十：利用節能法合成聚乙烯吡咯烷酮

2021.09.06 廖建勳編訂

一、實驗目的：

利用傳統加熱與微波加熱合成聚乙烯吡咯烷酮，並比較兩者的加熱效率。

二、實驗原理：

單體經由共價鍵連接在一起，且具有非常大的分子量，稱作為聚合物。而本實驗的聚合物是聚乙烯吡咯烷酮，是由單體 N-乙基-2-吡咯烷酮 (vinylpyrrolidone) 聚合而得到的高分子化合物。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。

目前常見的兩種加熱方式，傳統加熱與微波加熱。在傳統加熱中，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。而微波加熱是透過反應物和溶劑中的極性分子經由微波照射後，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，加熱速度較快、節能高效、加熱均勻等優點。

本實驗利用傳統加熱與微波加熱製備聚乙烯吡咯烷酮，並比較其加熱效率，最後把聚乙烯吡咯烷酮與硝酸銀結合，並在分光光度計上來進行定性分析。

三、實驗耗材與藥品：

vinylpyrrolidone (VP)	量筒
2, 2'-azobisisobutyronitrile (AIBN)	滴管
硝酸銀	20 mL 樣品瓶
加熱攪拌器	40 mL 樣品瓶
拭淨紙	容槽 (cuvette)
保鮮膜	分光光度計 (UV-vis spectrometer)
電子溫度計	微波爐 (1500W)

四、實驗步驟

(一) 聚乙烯吡咯烷酮的製備 (微波加熱)

1. 稱取 30 mg AIBN 放於 100 mL 燒杯中，再加入 10 mL vinylpyrrolidone 以及 10 mL 去離子水，並在室溫下攪拌 20 分鐘後，即可得到黃色溶液。
2. 吸取 4 mL 步驟 1 的黃色溶液放於 20 mL 樣品瓶中，利用保鮮膜將樣品瓶封口放入微波爐中。
3. 將微波爐功率調整至 750 瓦，並加熱 30 秒後停止；靜置等待 30 秒，再加熱 60 秒後停止。
4. 最後放進 120 °C 的烘箱中，烘烤 10 分鐘。

(二) 聚乙烯吡咯烷酮的製備 (加熱攪拌器加熱)

1. 吸取 4 mL 步驟 1 的黃色溶液放於 40 mL 樣品瓶中，並放在油浴鍋內，利用加熱攪拌器加熱至 120 °C，反應 30 分鐘。
2. 待反應結束後，再放進 120 °C 的烘箱中，烘烤 10 分鐘。

(三) 定性分析聚乙烯吡咯烷酮

1. 稱取 0.3 g 硝酸銀與 0.2 g 聚乙烯吡咯烷酮 (微波加熱製備) 放於 20 mL 樣品瓶中，再加入 10 mL 去離子水，最後利用保鮮膜封住瓶口。
2. 把封口的樣品瓶放入微波爐中，利用 750 瓦加熱 20 秒鐘，即可得到黃色溶液。
3. 最後把黃色溶液放置室溫，並吸取黃色溶液進行分光光度計定性分析 (400 ~ 450 nm)。
4. 把聚乙烯吡咯烷酮更換成加熱攪拌器加熱製備，重複步驟 1~3。

系級_____ 姓名_____ 學號_____ 日期_____

利用節能法合成聚乙烯吡咯烷酮

一、實驗數據

1. 請詳細記錄傳統加熱合成聚乙烯吡咯烷酮的實驗中，所觀察到的現象。

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)		

3. 請紀錄聚乙烯吡咯烷酮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		

二、問題與討論

1. 請比較微波加熱與加熱攪拌器加熱的效率，並詳細敘述原因。

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

三、參考資料

1. Somenath Mitra, Nicholas P. Tworischuk. 'Green Chemistry in Teaching Laboratory: Microwave Induced Reactions', **2010**.
2. Ashok K. Singh, Vijay S. Raykar, *Colloid and Polymer Science*, **2008**, 1667-1673.
3. A. Slistan-Grijalva et al, *Materials Research Bulletin*, **2008**, 90-96.