

附錄二：適用於國小的學習單

自製常用的黏合劑並測試其黏合效果

你曾經使用漿糊和透明膠水黏貼紙張嗎？你用過口水沾濕郵票再貼在信封上嗎？你知道漿糊和透明膠水及郵票黏合劑如何製作嗎？本文描述三種黏合劑的製作方法和過程，提供給國小、國中及高中教師的教學參考，作為學生自製黏合劑的動手做教材。製作黏合劑有三種：(1)白色漿糊（使用玉米粉和水）、(2)甜味膠水（使用玉米粉、蔗糖、阿拉伯膠粉及水）、以及(3)透明膠水（使用聚乙烯醇和水）；並以定性測試方式，比較這三種自製黏合劑和一種市售黏合劑對紙張和木材的黏合效果。

■ 藥品與器材

一、製作黏合劑

玉米粉 13 公克/組、蔗糖 30 公克/組、阿拉伯膠粉 2 公克/組、聚乙烯醇（細顆粒）15 公克/組、冰棒棍 4 支/組、有把手小鋼杯（約 200 毫升）3 個/組、廚房用量杯（100 或 200 毫升）1 個/組、廚房用量匙（1 套有 4 支）4 套/班（或直接使用攜帶型電子秤稱重）、廚房用溫度計（數位）6 支/班、電磁爐 2 台/班、不鏽鋼大水盤 2 個/班、不鏽鋼水壺（1.0-2.0 公升）1 個/班、不鏽鋼杯（0.6-1.0 公升）1 個/班、自來水（裝在保特瓶中）100 毫升/組、工作手套 1 雙/組、滴管（3 毫升）1 支/組、防腐劑（如 2% 苯甲酸鈉溶液）200 毫升/班、衛生紙 1 包/組，如圖 1 所示。



圖 1：製作黏合劑需用器材、材料和藥品（左）；加熱裝置和不鏽鋼具（中和右）

二、定性測試黏合劑的黏合效果

市售透明膠水 1 瓶/組、自製透明膠 少量/組、自製甜味膠水 少量/組、自製白色漿糊 少量/組、影印紙（A4）1 張/組、冰棒棍 8 支/組、吹風機 3 支/班、電線延長線 4 條/班、長尾

夾 (No. 224 或 No. 225) 4 支/組，如圖 2 所示。

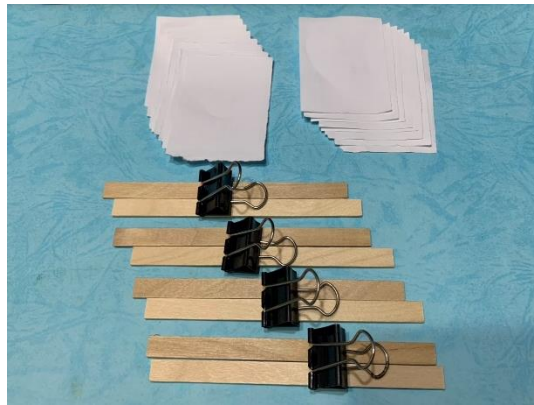


圖 2：定性測試黏合劑的黏合性需用器材和材料

■ 實驗步驟

實驗一：製作白色漿糊

1. **初步混合：**(1)用量匙量取 1 大匙 (平匙約 8.8 公克) 的玉米粉，放入一個有把手小鋼杯中，(2)用量杯量取約 50 毫升的熱自來水，倒入杯中，用冰棒棍攪拌均勻，如圖 3 所示。
〔註 1：熱水使玉米粉的澱粉糊化，方便後續溶解。註 2：平匙是指用量匙量取細粒或粉末時匙內容物是平的，可用直の木棒除去多餘部分，即得到一平匙。〕



圖 3：玉米粉加入熱水中並攪拌

2. **間接加熱：**(1)放一個大水盤在電磁爐上，在大水盤中加入約 2 公分高的自來水。(2)放上述的小鋼杯在大水盤上，(3)在小鋼杯內插入一支廚房用溫度計。(4)打開電磁爐的電源。(5)在沸騰的熱水浴中間接加熱約 3 分鐘，如圖 4 所示。〔註 1：若溫度高於 95°C，關閉電源停止加熱。註 2：若無溫度計測量溫度，務必留意大水盤內一定要有水。此時小鋼杯內的溫度不會超過 100°C。〕



圖 4：放小鋼杯在熱水浴中間接加熱

3. **趁熱攪拌：**(1)關閉電源，戴工作手套，取出小鋼杯，如圖 5 左所示。(2)放小鋼杯在桌上，立即趁熱攪拌內容物直到混合均勻。(3)靜置冷卻後呈現白色糊狀物，如圖 5 右所示。〔註：若要長期存放黏合劑，可加入 0.5-1.0 毫升的防腐劑（如 2% 苯甲酸鈉溶液）。〕



圖 5：戴工作手套取出小鋼杯（左）；趁熱攪拌後呈現白色糊狀物（右）

實驗二：製作甜味膠水

1. **初步混合：**(1)用量匙量取 1 又 1/2 茶匙（平匙約 4.5 公克）的玉米粉，放入一個有把手小鋼杯中。(2)用量杯量取約 50 毫升的熱自來水，倒入杯中，立即用冰棒棍攪拌均勻。(3)再加入 2 大匙的（平匙約 30 公克）蔗糖，攪拌均勻。(4)然後加入 1 茶匙（平匙約 2.0 公克）的阿拉伯膠粉，用冰棒棍靠著杯壁擠壓膠狀懸浮物，使之分散並且攪拌直到溶解，如圖 6 所示。



圖 6：在杯中依序加入熱水、玉米粉、蔗糖及阿拉伯膠粉並分別攪拌之

2. **間接加熱**：與【實驗一】的步驟 2 相同，小鋼杯中的內容物在熱水浴中加熱約 3 分鐘，如圖 7 所示。

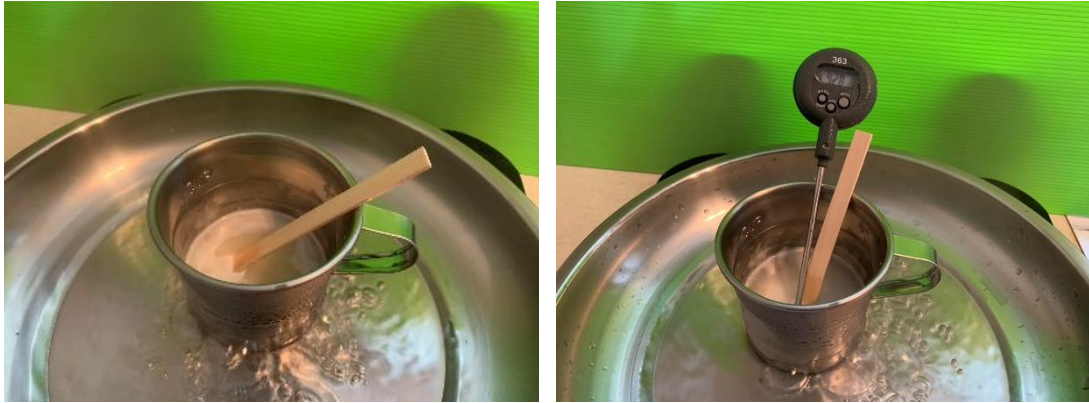


圖 7：內容物在沸騰水中間接加熱

3. **趁熱攪拌**：與【實驗一】的步驟 3 相同，如圖 8 所示。靜置冷卻後呈現半透明的黏稠液體。

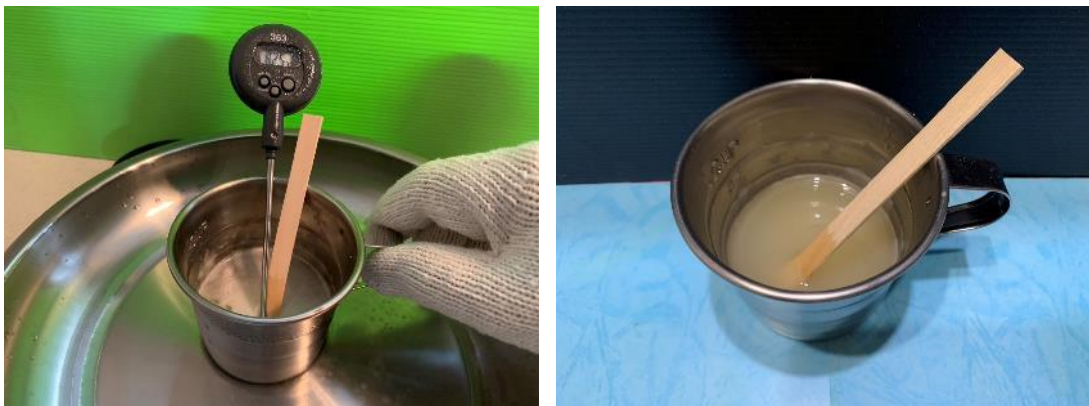


圖 8：戴工作手套取下小鋼杯（左）；趁熱攪拌後呈現半透明的黏稠液體（右）

實驗三：製作透明膠水

1. **初步混合**：(1)用量匙量取 3 茶匙（平匙約 10.5 公克）的聚乙烯醇（PVA），加入一個有把手的小鋼杯中。(2)用量杯量取約 20 毫升的室溫水，倒入杯中，用冰棒棍攪拌促使顆粒盡可能分開。(3)再加入約 70 毫升的熱水，立即用冰棒棍快速攪拌，避免顆粒黏在一起，如圖 9 所示。〔註 1：先用室溫水再用熱水，室溫水使 PVA 顆粒分開而不易結塊。若直接使用熱水，容易造成顆粒黏在一起。註 2：若遇到結塊的情形，可用冰棒棍靠杯壁擠壓結塊促使分散，也可在後續的間接加熱延長加熱時間。註 3：不同廠牌的 PVA 聚合度和解醇度有差異，以致結塊的程度不同且大小不一。〕



圖 9：在杯中依序加入聚乙烯醇、室溫水及熱水並攪拌之

2. **間接加熱**：與【實驗一】的步驟 2 相同，如圖 10 所示。〔註：若間接加熱 3 分鐘後仍有結塊的情形，可延長加熱的時間。〕



圖 10：內容物在沸騰水中間接加熱

3. **趁熱攪拌**：與【實驗一】的步驟 3 相同，如圖 11 左和右所示。當攪拌時溶液會發生很多氣泡，但在靜置冷卻後逐漸變成透明澄清液體。〔註 1：若仍有結塊或有未完全溶解的情況，可關掉電源，一手握住小鋼杯另一手用冰棒棍靠著杯壁擠壓促使分散，並激烈地快速攪拌（小心避免溶液不慎逸出）直到溶解。註 2：當冷卻過程時溶液變得更黏稠時，趁機快速攪拌並擠壓結塊，可加速溶解。註 3：若攪拌一段時間後仍未完全溶解，可加入約 20 毫升的熱水，重複步驟 2（間接加熱）。若仍未完全溶解，再重複之。〕



圖 11：戴工作手套取出小鋼杯（左）；趁熱攪拌，靜置後呈現透明的黏稠液體（右）

實驗四：測試黏合劑的黏合效果

一、定性測試黏合效果

1. 在桌上放置四種黏合劑，由左而右依序排列：(1)市售透明膠水、(2)自製透明膠水、(3)自製甜味膠水、及(4)自製白色漿糊，如圖 12 所示。



圖 12：排列四種黏合劑，以便測試其黏合效果

2. **定性測試黏合劑對紙張的黏貼效果：**(1)取 1 張 A4 紙，撕成 16 等分（每小張大小為 A4 的 1/16）。(2)先取 4 小張紙，分別用冰棒棍沾濕上述四種黏合劑（市售透明膠水、自製透明膠水、自製甜味膠水及自製白色漿糊），均勻地塗抹在每一小紙張的一面形成約 1 公釐的薄層（塗抹一次或兩次，看起來濕濕的）。(3)再取 4 紙小張紙，分別貼在剛剛塗抹黏合劑的小紙張上。(4)再用冰棒棍適度地擠壓多餘的黏合劑並用衛生紙擦掉。(5)依序放置已塗抹黏合劑的小紙張在四種樣品前面，如圖 13 左的第二排。(6)以自然乾燥（24 小時）慢速或用吹風機快速吹乾這些小紙張。(7)用雙手撕開小紙張，定性測試其黏合效果。(8)依序放置在四種樣品前，如圖 13 右的第二排。〔註：乾燥的小張紙會變硬。〕

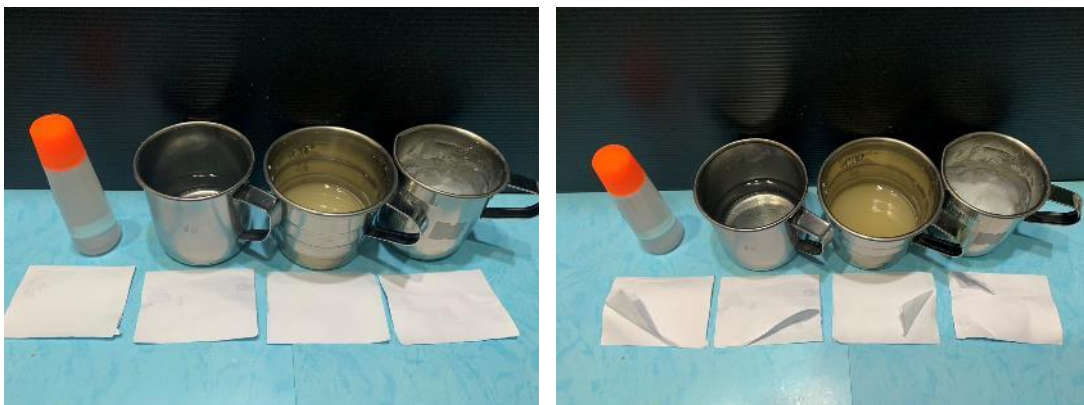


圖 13：依序放置已塗抹黏合劑的小紙張（左）；依序放置已測試黏合效果的小紙張（右）

3. **定性測試黏合劑沾水後的黏性強弱：**(1)取 4 張小張紙，分別用冰棒棍沾濕四種黏合劑（市售透明膠水、自製透明膠水、自製甜味膠水及自製白色漿糊），均勻地塗抹在每一小紙張的一面形成約 1 公釐的薄層薄層（塗抹一次或兩次，看起來濕濕的）。(2)依序放置在四種樣品前，如圖 14 左的第三排。(3)以自然乾燥慢速或用吹風機快速吹乾這四張小張紙。(4)再用手指沾水（或沾口水）塗抹在已乾燥的黏合劑上，用手指感覺其黏性強弱。(5)依序

放置在四種樣品前，如圖 14 右的第三排。

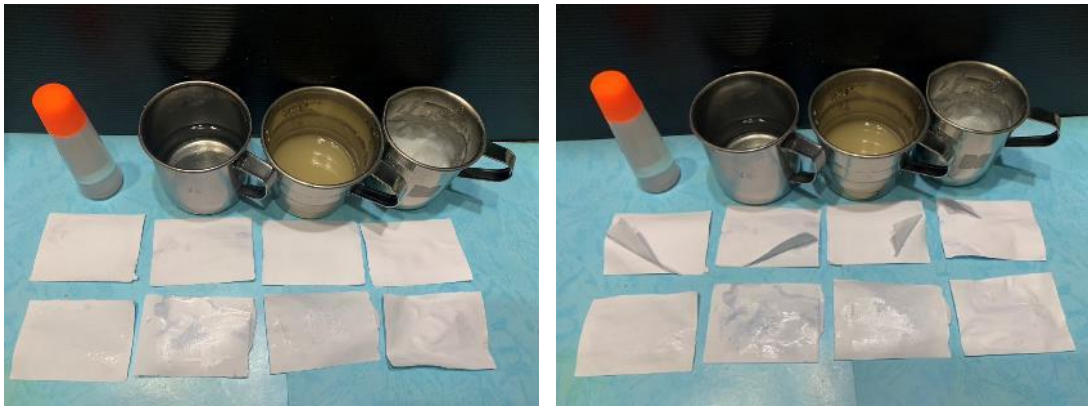


圖 14：依序放置塗抹黏合劑的小紙張（左）；依序放置小紙張沾水後測試其黏性強弱（右）

4. **定性測試黏合劑沾水後對紙張的黏合效果：**(1)續用步驟 3 已沾水的四張小張紙。(2)用另外的四張小張紙，黏貼在剛剛沾水的小紙張上（必要時，自然乾燥或吹風機吹乾），如圖 15 左的第三排。(3)用雙手撕開小紙張，測試其黏合效果。(4)依序放在四種樣品前，如圖 15 右的第三排。〔註：乾燥的小張紙會變硬。〕

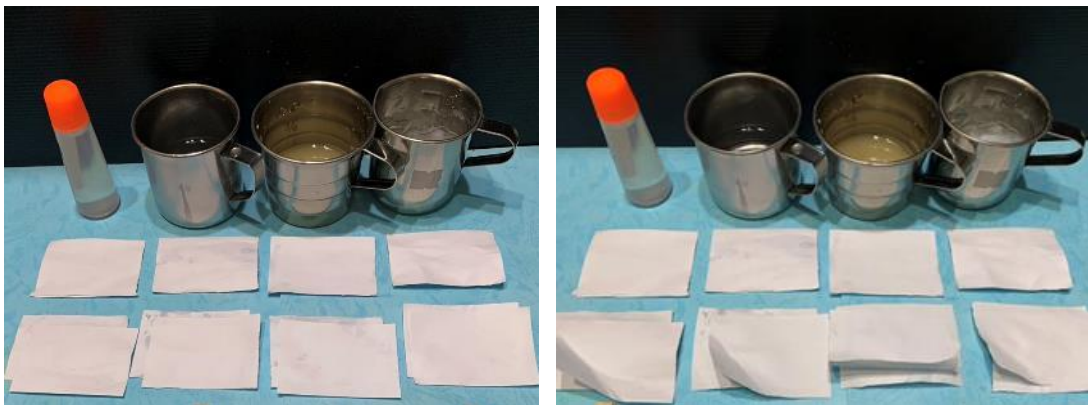


圖 15：依序放置小紙張貼上沾水在黏合劑（左）；依序放置貼上紙張測試黏合效果（右）

5. **定性測試黏合劑對木材的黏合效果：**(1)取 8 支冰棒棍，以兩支成對的方式分別沾濕四種不同的黏合劑（市售透明膠水、自製透明膠水、自製甜味膠水及自製白色漿糊）。(2)首先分別塗抹四種黏合劑在成對的冰棒棍一面的一半長度（形成約 1 公釐的薄層，看起來濕濕的，不要塗抹過多或太少），然後分別合併成對的冰棒棍。(3)分別使用長尾夾夾緊成對合併的冰棒棍。(4)用衛生紙擦去被擠出多餘的部分。(5)放置這四組成對的冰棒棍在四種黏合劑樣品前，如圖 16 左的第四排的位置。(6)以自然乾燥慢速（24 小時）或用吹風機快速吹乾方式，乾燥四組冰棒棍之間的黏合劑。(7)用雙手的手指撥開冰棒棍的黏合端，測試其黏合效果。(8)分別放置已撥開的四組冰棒棍在四種樣品前，如圖 16 右的第四排。

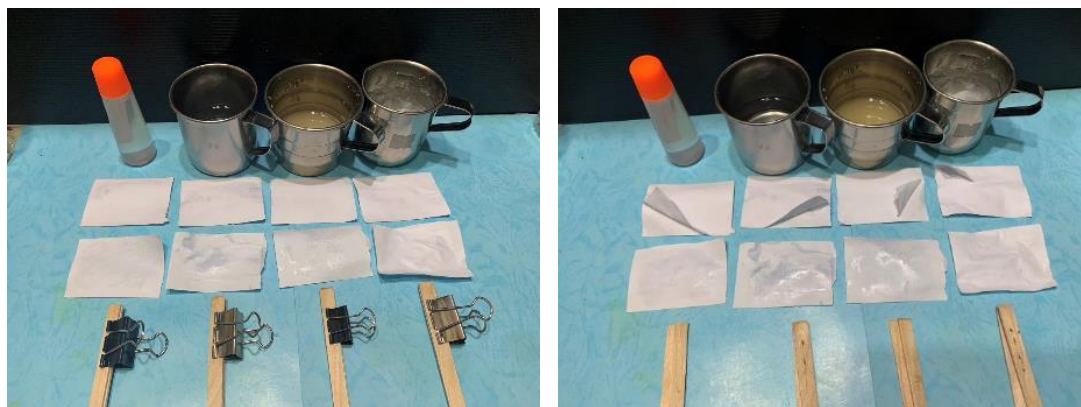


圖 16：依序放置沾黏合劑並夾緊的成對冰棒棍（左）；依序放置已測試黏合效果的成對冰棒棍（右）。由左而右：(1)市售透明膠水、(2)自製透明膠水、(3)自製甜味膠水、及(4)自製白色漿糊。

■ 實驗結果與討論

一、定性測試黏合劑的黏合效果

定性比較四種黏合劑與紙張的黏合效果以及與木材的黏性強弱，如表 1 所示。黏性強弱和黏合效果分為五等級描述：很好、好、普通、差及很差。

表 1：定性測試黏合劑的黏性強弱和黏合效果

測試項目	市售透明膠水	自製透明膠水	自製甜味膠水	自製白色漿糊
1.與紙張的黏合效果				
2.先乾燥再沾水的黏性強弱				
3.沾水後再黏貼的黏合效果				
4.與木材的黏合效果				

二、實驗討論

■ 實驗注意和廢棄物處理

1. 在操作實驗時應該注意安全防護，務必戴安全眼鏡和工作手套。
2. 使用的器材和材料沒有危險性，藥品沒有危害性，但仍須小心使用。
3. 國小學生避免獨自使用加熱裝置。
4. 國小學生動手做家庭實驗時需要家長或教師的監督。
5. 所有固體廢棄物可丟棄於一般垃圾桶，所有液體廢棄物可用水沖掉。

■ 課堂討論和探究與實作的問題

一、課堂討論的問題

1. 在初步混合時，在實驗一（製作白色漿糊）和在實驗二（製作甜味膠水）中，為何使用熱水而不使用室溫水？而在實驗三（製作透明膠水）中，為何先使用室溫水再使用熱水而不直接使用熱水？

2. 在實驗二（製作甜味膠水）中，在初步混合時為何在熱水中依序添加並攪拌玉米粉、蔗糖及阿拉伯膠粉？為什麼添加順序不宜相反？

3. 在製作黏合劑的過程中，假如出現結塊的情形，需要如何處理使結塊快速消失？

4. 在製作黏合劑的過程中，在間接加熱之後為何要趁熱攪拌？

5. 在製作黏合劑的過程中，為何使用間接加熱（熱水浴）而不使用直接加熱？

6. 哪些因素影響聚合物的溶解速率？在本實驗中運用哪些作法來加速聚合物的溶解速率？

7. 舉出在日常生活中運用黏合劑和黏合原理的實例。

二、探究與實作的問題

1. 探究實驗一（製作白色漿糊）玉米粉與水的混合比例（玉米粉濃度）對黏合效果有何影響？
2. 探究實驗二（製作甜味膠水）阿拉伯膠粉與水的混合比例（阿拉伯膠濃度）對黏合效果有何影響？
3. 探究實驗三（製作透明膠水）聚乙烯醇與水的混合比例（聚乙烯醇濃度）對黏合效果有何影響？
4. 探究實驗二（製作甜味膠水）添加蔗糖的量對黏合效果有何影響？
5. 探究實驗三（製作透明膠水）控制溫度對聚乙烯醇在水的溶解度和溶解速率有何影響？

實驗設計者：楊水平 國立彰化師範大學化學系

文章發佈：《臺灣化學教育》，第 60 期。

期刊網站：<https://chemed.chemistry.org.tw/>