

# 嘉義市第 38 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：化學科

組 別：國小組

作品名稱：『乳質可膠』---牛奶膠水的探究

關 鍵 詞：牛奶膠水、牛奶蛋白、小蘇打

編 號：



# 摘要

本研究主要在探討牛奶膠水製作方式，以及一些會影響牛奶膠水黏著力的原因：

牛奶膠水必須使用脫脂牛奶，鮮奶中的脂肪會阻礙小蘇打水和牛奶蛋白的作用，不能直接以脫脂奶粉添加小蘇打水的方式來製作，必須從脫脂牛奶中以酸性溶液取出凝固的牛奶蛋白才能有較強的黏著力。除了小蘇打外， $\text{Na}_2\text{CO}_3$ (碳酸鈉)、 $\text{K}_2\text{CO}_3$ (碳酸鉀)也適合用來製作牛奶膠水。

小蘇打水添加的量越多牛奶膠水的黏著力越好，但未完全溶解的小蘇打粉則是會降低牛奶膠水的黏著力。牛奶的凝固物所含酸的越多，黏著力會下降。水含量越高牛奶膠水越稀黏著力越小，但是水分含量過低時牛奶膠水會太乾，黏著力反而會下降。

牛奶膠水較適合使用在木材這類有縫隙的物品上，壓克力或玻璃這類無法讓水滲入的物品則不適合使用。

## 壹、 研究動機

暑假報名科學活動，那天科普教室的題目是做牛奶膠水。講師教我們在溫的脫脂牛奶裡面加醋然後攪拌，用濾網後把凝固物過濾出來，我們在凝固物中加入小蘇打水。說實話當下我很懷疑牛奶膠水可以黏木頭，想不到隔天木頭竟牢牢的黏住了。

我覺得牛奶膠水很有趣，上網路上查了一下詳細的做法，發現有兩個網站有介紹，但兩個網站不論材料或是作法，都有點像又有點不太像，這讓我很好奇到底哪一種做法比較好呢？

## 貳、 研究目的

本研究在探討如何製作出最有黏性的牛奶膠水，主要的研究內容如下：

- 一、探討牛奶膠水的製作方式
  1. 要使用鮮奶還是脫脂牛奶？
  2. 直接使用乾燥的奶粉行不行？
  3. 只能使用醋凝結牛奶蛋白嗎？
  4. 能使用其他鹼性溶液代替小蘇打水嗎？
- 二、牛奶的溫度對牛奶蛋白凝結的影響
  1. 觀察凝固物外觀的差別
  2. 探討不同狀況的凝固物適合的製作方式
- 三、小蘇打的添加量對牛奶膠水黏著力的影響
- 四、牛奶凝固物的酸度對牛奶膠水黏著力的影響
- 五、水分含量對牛奶膠水黏著力的影響
- 六、牛奶膠水適合黏什麼？

## 參、 研究器材

材料：全脂奶粉、脫脂奶粉、醋(5%)、檸檬酸、碳酸氫鈉、碳酸鈉、碳酸鉀、氫氧化鈉(0.1M)、醋酸鈉、廣用試紙、紫色高麗菜汁、小木塊、壓克力塊。

工具：拉力計、電子秤、紅外線溫度計、C型夾、冰棒棍、塑膠濾網、量筒、滴管、玻璃燒杯、不鏽鋼鍋

## 肆、 研究過程與結果

在網路上牛奶膠水的做法大部分都是轉載下列兩個網站的做法：

【做法 1】科學 Online 高瞻自然科學教學平台/3D 有趣實驗：牛奶膠水

<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=66833>

原理：牛奶在和酸性溶液混合後會導致蛋白質變性，使得牛奶中的酪蛋白從牛奶中析出，過濾後再利用鹼性溶液使白色棉絮狀物體溶解，使酪蛋白回到原本的狀態，再靠著酪蛋白之間的靜電吸引力達到黏著物體的功效。

材料：

- (1). 白醋 10 毫升。(濃度 10%以下)
- (2). 脫脂牛奶 40 毫升。

### (3). 食品級小蘇打粉。

做法：

- (1). 將 10 毫升的白醋倒入 40 毫升的脫脂牛奶中並均勻攪拌混合，攪拌到牛奶中不再出現白色棉絮狀的物體。
- (2). 利用過濾網或是紗布將牛奶中的白色棉絮狀物體與乳清液體分離，將過濾網或紗布上的白色凝乳狀物體取下至另一個燒杯中。
- (3). 在白色凝乳狀物體中加入小蘇打粉，若有廣用試紙則加入小蘇打粉直到呈現中性，如果沒有廣用試紙則加入與白色凝乳狀物體分量相當的小蘇打粉。
- (4). 將小蘇打粉與白色凝乳狀物體充分攪拌混合，混合後的成品即為牛奶膠水。

【做法 2】果殼 科技有意思/果殼日誌：牛奶牌強力膠

<https://www.guokr.com/blog/441189/>

原理：白醋的酸性讓牛奶中的酪蛋白凝結沉澱。鹼性的蘇打水讓水中析出的酸酪蛋白再度分散溶解於溶液，變成最終的“乳膠”。

材料：鮮牛奶、白醋、小蘇打水

做法：

- (1). 鮮牛奶倒入不銹鋼碗中，放在電磁爐上加熱至沸騰冒泡。
- (2). 煮開的牛奶中加入白醋可根據實際情況決定加入白醋的量。
- (3). 待牛奶凝結，用濾網過濾出酪蛋白。
- (4). 在酪蛋白中加入小蘇打水，並攪拌均勻並靜置幾小時讓凝固物完全溶解。

兩種做法的不同點：

作法	科學 Online	果殼日誌
牛奶種類	脫脂牛奶	鮮奶
牛奶的溫度	未說明	加熱到沸騰
醋的量	量固定，約牛奶的 1/5	根據實際情況添加
添加小蘇打的方式	加小蘇打粉	加小蘇打水
添加小蘇打的量	加入到凝固物變中性或是加入和凝固物相當的小蘇打粉	未交代
完成的方式	充分攪拌混合即完成	攪拌後靜置幾小時讓凝固物完全溶解

## 研究一、牛奶膠水製作方式的探討

### 實驗 1、牛奶膠水該使用鮮奶還是脫脂奶粉？

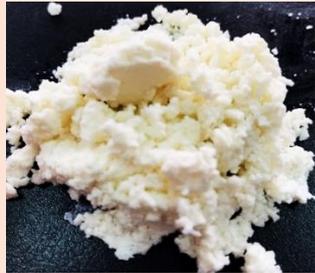
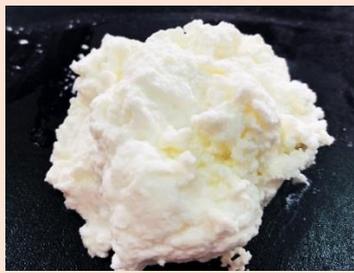
在製作牛奶膠水時，【科學 Online】使用的是脫脂牛奶，內容中僅提到脫脂牛奶的效果比較好，而【果殼日誌】則是使用鮮牛奶。這個實驗想比較製作牛奶膠水時，使用脫脂牛奶和全脂牛奶的效果有甚麼不同。

操作變因：牛奶中的脂肪

實驗步驟：

1. 在 100cc 的全脂牛奶和脫脂牛奶中，加入 20cc 5%的醋並攪拌。
2. 待牛奶的凝固後，用濾網過濾出凝固的蛋白質。
3. 把凝固的蛋白質放入燒杯中，加入 5g 的小蘇打粉後攪拌。
4. 觀察紀錄實驗結果。

實驗結果：

脫脂牛奶	全脂牛奶
	
凝固物的摸起來質地比較粗，顏色略黃。	凝固物的質地比較細，摸起來滑滑的有點像鮮奶油，顏色較白。
	
脫脂牛奶的蛋白質凝固物加入小蘇打水後，蛋白質變得比較透明而且黏稠。	全脂奶粉的蛋白質凝固物加入小蘇打水攪拌，看起來水水的感覺上是失敗了。

討論：

根據我們的實驗結果，脫脂牛奶製作牛奶膠水的效果比全脂牛奶好，可能是全脂牛奶中的脂肪會阻礙牛奶中的蛋白質和小蘇打反應，所以製作牛奶膠水要使用脫脂牛奶。

## 實驗 2、直接使用脫脂奶粉是否也能做成牛奶膠水？

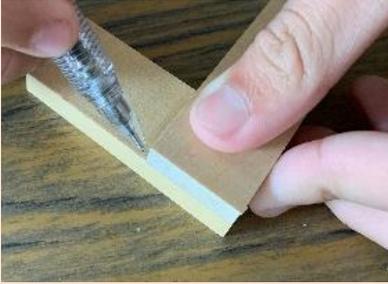
牛奶膠水必須利用醋取出牛奶中的蛋白質，如果直接使用乾燥的脫脂奶粉加小蘇打水，是不是也能製成牛奶膠水？如可成功，奶粉會比含水的凝固物更容易固定分量，而且可以省去一半的步驟。

操作變因：牛奶蛋白利用的方式

實驗步驟：

1. 在 A、B、C 三個燒杯中各加入 14 克的脫脂奶粉，D 燒杯中加入 100ml 脫脂牛奶中取出的凝固物約 24 公克。
2. 在 A 燒杯中加入 20ml 的水；在 B 燒杯中加入 20ml 含有 1 公克小蘇打粉的小蘇打水；在 C 燒杯中加入 1ml 濃度 5%的醋後再加入 19ml 含有 1 公克小蘇打粉的小蘇打水；在 D 燒杯中加入 10ml 含有 1 公克小蘇打粉的小蘇打水

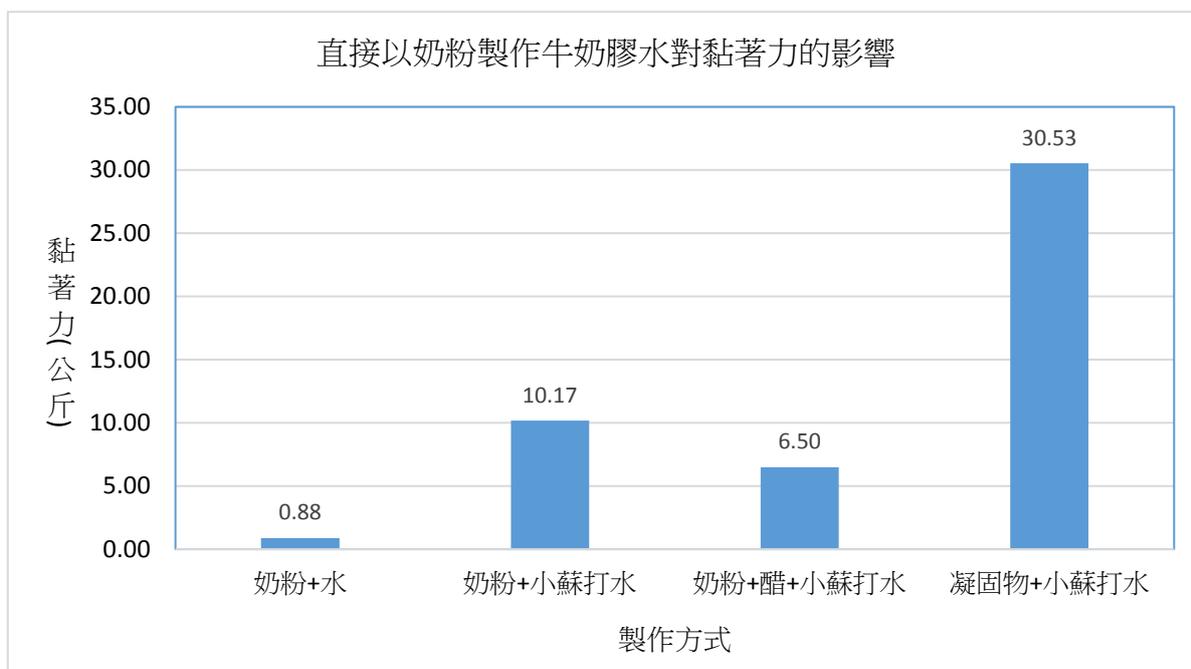
3. 用冰棒棍將所有燒杯都充分攪拌後靜置 1 小時。
4. 在小木塊上 2\*2cm<sup>2</sup> 範圍裏塗上 0.2 公克的牛奶膠水，將另一塊小木片黏著在上方後，放在通風處陰乾一星期。
5. 將黏合的木塊用 C 型夾固定在桌子邊緣，以拉力計重壓至木塊分離，紀錄拉力計上的數字。

		
牛奶蛋白加小蘇打水攪拌後明顯變得黏稠	直接用奶粉加小蘇打水的黏稠度比較差	在木塊上畫上塗抹成品的範圍
		
用 C 型夾將木塊固定在桌子邊緣，並在固定位置加壓	當拉力計將兩片木塊分離時，紀錄拉力計上的數字	放置一天發現使用奶粉調製的成品乾得比較快

實驗結果：

單位：公斤

種類	奶粉+水	奶粉+小蘇打水	奶粉+醋+小蘇打水	凝固物+小蘇打水
第一次	0.1	12.6	6.3	35
第二次	0.25	9.6	5.8	26.3
第三次	2.3	8.3	7.4	30.3
平均	0.88	10.17	6.50	30.53



討論：

- 1.奶粉加入小蘇打水雖然也能產生黏性，但效果遠不如直接以牛奶蛋白製作的牛奶膠水，我們認為牛奶中的其他成分會影響牛奶膠水的黏著力。
- 2.用醋取出的牛奶蛋白質凝固物，每次的含水量都不太相同，如果要讓實驗更準確就必須能控制凝固物的含水量。

### 實驗 3、檸檬酸能取代製作牛奶膠水的醋嗎？

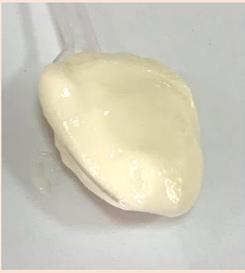
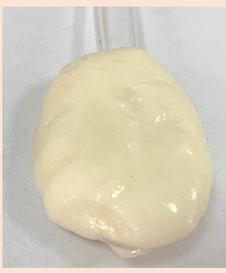
操作變因：酸性溶液的種類

實驗步驟：

1. 調製兩杯 100ml 的脫脂牛奶，一杯加入 20ml 濃度 5%的醋，一杯加入 20ml 濃度 5%的檸檬酸醋攪拌。
2. 用濾網濾出凝固物後，在凝固物中加 10ml 含有 1 公克小蘇打粉的小蘇打水後攪拌。
3. 觀察紀錄實驗結果

結果：

加醋的牛奶	加入檸檬酸的牛奶
	
醋能讓牛奶的蛋白質凝固	檸檬酸也讓牛奶凝固

	
用醋凝固的牛奶蛋白加小蘇打水的成品。	用檸檬酸凝固的牛奶蛋白加小蘇打水的成品

討論：

1. 根據實驗結果，製作牛奶膠水可以用檸檬酸水溶液代替醋，讓牛奶中的牛奶凝結
2. 實驗 1 使用的是脫脂牛奶和實驗 3 為了固定牛奶的濃度，使用的是脫脂奶粉沖泡牛奶，實驗 1 的和實驗 3 雖然都加入相同體積和濃的醋，但是凝固物的含水量不太相同，有可能是因為牛奶的溫度不同所造成的。

#### 實驗 4、能使用其他鹼性溶液代替小蘇打水嗎？

在五年級測試水溶液酸鹼性的實驗中，所使用的紫色高麗菜汁可以加水溶液和牛奶中，而且色高麗菜汁有很多的顏色變化，或許可以代替廣用試紙，當牛奶膠水實驗中的酸鹼指示劑。在五年級的單元中，並沒有告訴我們紫色高麗菜汁顏色變化相對應的酸鹼值。

我們在網站 An Overview of pH

網址：[http://www.braukaiser.com/wiki/index.php/An\\_Overview\\_of\\_pH](http://www.braukaiser.com/wiki/index.php/An_Overview_of_pH)

找到了紫色高麗菜汁顏色變化相對應的酸鹼值。(如下圖)



#### 鹼性水溶液的選擇：

當加入的物質由小蘇打粉變成小蘇打水的時候，因為小蘇打水是弱鹼性，加入的量比較多會讓牛奶膠水變得比較稀比較不黏稠。如果使用鹼性較強的鹼性水溶液，或許會讓牛奶膠水的黏著力變的更強。我們選了五種鹼性溶液做比較，分別是： $\text{NaHCO}_3$ (碳酸氫鈉)、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ (碳酸鈉)、 $\text{K}_2\text{CO}_3$ (碳酸鉀)、 $\text{CH}_3\text{COONa}$ (醋酸钠)、 $\text{NaOH}$ (氫氧化鈉)。

其中  $\text{NaHCO}_3$ (碳酸氫鈉)和  $\text{CH}_3\text{COONa}$ (醋酸钠)的水溶液是鹼性強度差不多，都是弱鹼性酸鹼值大約是 pH9，。 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ (碳酸鈉)和  $\text{K}_2\text{CO}_3$ (碳酸鉀)的鹼性較強，酸鹼值大約是 pH11-12 之間， $\text{NaOH}$ (氫氧化鈉)又稱為苛性鈉有腐蝕性，為了安全我們購買的是已經調配好，濃度是 0.1M 的溶液。0.1M 的氫氧化鈉 pH 大約是 13。在調配好的鹼性溶液中加入紫色高麗菜汁，比對網路上紫色高麗菜汁顏色變化相對應的酸鹼值顏色，所呈現的酸鹼值大致和廣用試紙所比對出的酸鹼值是相同或是接近的。

		
<p><math>\text{NaHCO}_3</math>(碳酸氫鈉)和 <math>\text{CH}_3\text{COONa}</math>(醋酸鈉)水溶液加入紫色高麗菜汁呈現藍色 pH 大約是 10, 廣用試紙的呈現的酸鹼值是 9</p>	<p><math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math>(碳酸鈉)和 <math>\text{K}_2\text{CO}_3</math>(碳酸鉀)水溶液加入紫色高麗菜汁呈現草綠色 pH 值 &gt;11, 廣用試紙的呈現的酸鹼值是 12</p>	<p><math>\text{NaOH}</math>(氫氧化鈉) 溶液加入紫色高麗菜汁呈現黃綠色 pH 是 12, 廣用試紙的呈現的酸鹼值是 13</p>

### 實驗 5、觀察牛奶蛋白加入不同的鹼性溶液所產生的變化

操作變因：鹼性溶液的種類

實驗步驟：

1. 在 100ml 脫脂牛奶中，加入 20ml 濃度 5%的醋後攪拌。
2. 用濾網過濾出凝固物，把 10 公克凝固的蛋白質放入燒杯中。
3. 把 10ml 用紫色高麗菜汁染色的鹼性溶液加入燒杯後攪拌。
4. 觀察每個燒杯的變化情形。

實驗結果：

碳酸氫鈉	碳酸鈉	碳酸鉀	醋酸鈉	氫氧化鈉
				
<p>有氣泡產生很快 變黏稠</p>	<p>有氣泡產生很快 變黏稠</p>	<p>有氣泡產生很快 變黏稠</p>	<p>呈現白色沒有氣 泡也沒有變黏稠</p>	<p>呈現白色，靜置一 小時後有黏稠的 感覺</p>

討論：

1. 遇到酸會產生二氧化碳的碳酸氫鈉、碳酸鈉和碳酸鉀加入牛奶蛋白質，牛奶蛋白變質的速度比較快，剛加入時氣泡會瞬間大量產生，然後再逐漸消失。
2. 弱鹼的醋酸鈉和牛奶蛋白幾乎沒有反應，而強鹼的氫氧化鈉溶液則要放置約 30 分鐘後，才會慢慢的產生黏稠的感覺。
3. 碳酸鈉和碳酸鉀都能代替小蘇打水製作牛奶膠水，氫氧化鈉雖然也可以讓牛奶中的蛋白質變黏稠但是鹼性較強速度較慢比較不適合。

## 研究二、牛奶的溫度對牛奶蛋白凝結的影響

### 實驗 6、牛奶的溫度對牛奶蛋白凝結情形的影響

操作變因：牛奶的溫度

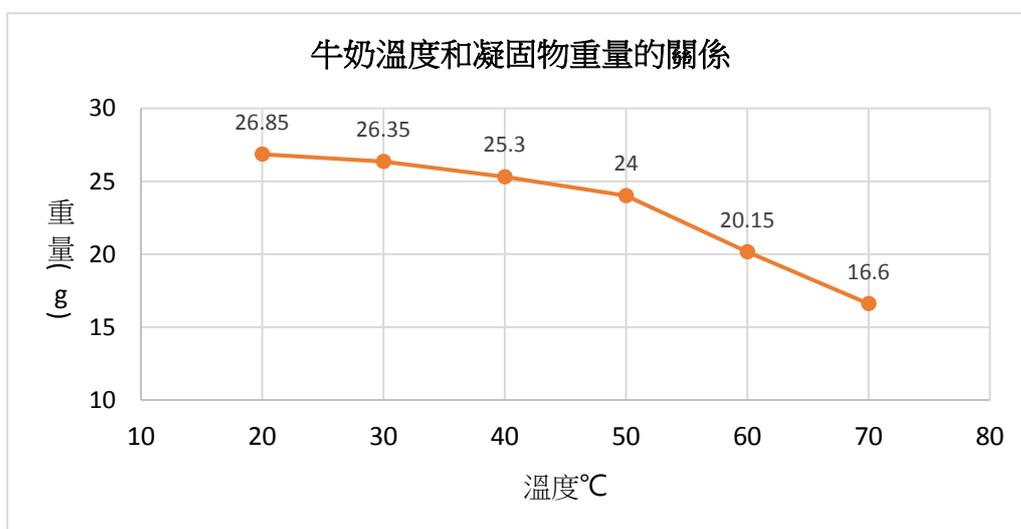
實驗步驟：

1. 在燒杯中加入 100ml 的脫脂牛奶，並以隔水加熱的方式加熱。
2. 在不同溫度的牛奶中加入 20ml 濃度 5%的醋，並攪拌。
3. 用濾網過濾出燒杯中的沉澱物，觀察其外觀並秤重。



結果：

溫度°C	20	30	40	50	60	70
重量 g	26.85	26.35	25.3	24	20.15	16.6



討論：

1. 牛奶溫度越低，加入等量的醋所凝固的牛奶蛋白顆粒越細含水量越多，而溫度越高凝結速度越快含水量越少，20°C 和 70°C 的含水量差距約 10 公克。
2. 比較**科學 Online** 和**果殼日誌**兩個網站的作法，牛奶沒有加熱的**科學 Online** 所添加的是小蘇打粉，而將鮮奶加熱到沸騰的**果殼日誌**使用的則是小蘇打粉。對照本實驗的實驗結果，**科學 Online** 可能因為過濾出的凝固物含水量多所以添加小蘇打粉，而**果殼日誌**凝固物含水量少所以加的是小蘇打水。

### 實驗 7、不同含水量的凝固物合適的小蘇打添加方式

操作變因：小蘇打添加的方式

實驗步驟：

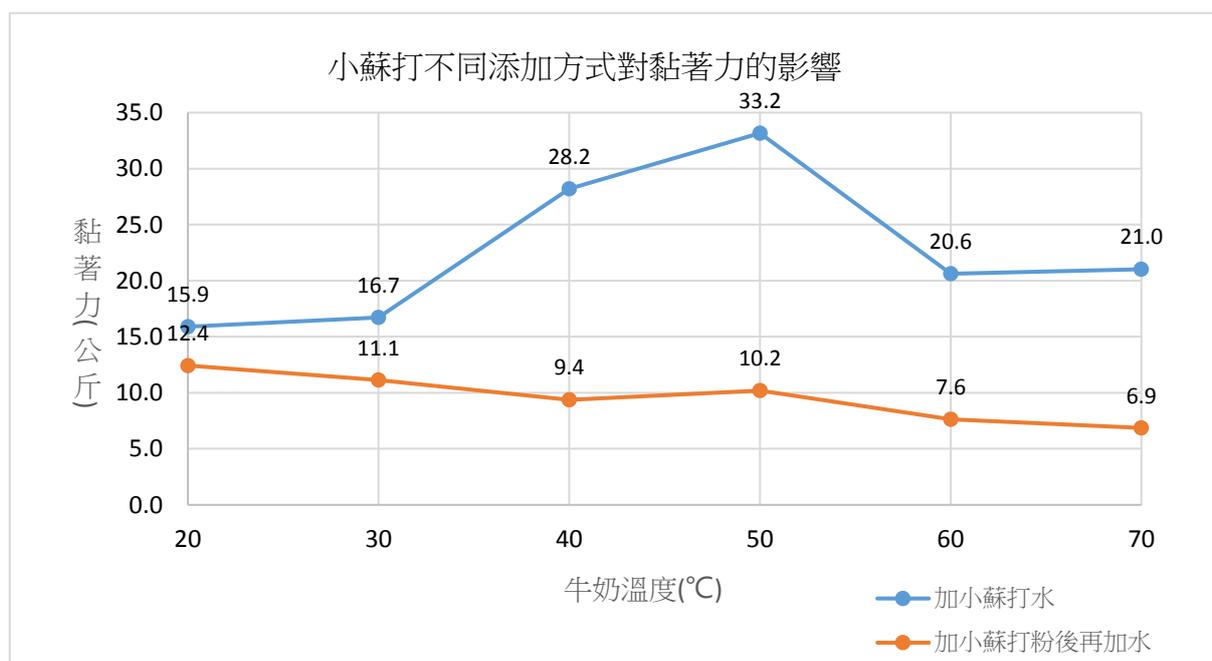
1. 將實驗 5 中牛奶凝固物用電子秤秤取 10 公克加入燒杯中。
2. 一組先在 10ml 水中加入 1 克的小蘇打粉後加入凝固物攪拌，另一組將 1 公克的小蘇打粉加入攪拌後再加入 10 毫升的水。
3. 在小木塊上 2\*2cm<sup>2</sup> 範圍裏塗上 0.2 公克的牛奶膠水成品，將另一塊小木片黏著在上方後，放在通風處陰乾一星期。
4. 將黏合的木塊用 C 型夾固定在桌子邊緣，以拉力重壓至木塊分離，紀錄拉力計上的數字。

		
凝固物先攪散幫助混合	只加小蘇打粉凝固也的會變得比較黏稠濕潤	較乾的凝固物加水後不容易混合均勻
		
直接加小蘇打水的凝固物一開始會有較多氣泡	約 30 分鐘後氣泡會逐漸消失	不同成品的外觀

實驗結果：

直接加小蘇打水						
溫度°C	20	30	40	50	60	70
第一次	20.8	20.0	28.9	35.0	15.0	23.7
第二次	14.6	12.2	25.3	34.1	23.5	18.6
第三次	12.3	18.0	30.4	30.4	23.4	20.8
平均	15.90	16.73	28.20	33.17	20.63	21.03
加小蘇打粉後再加水						
溫度°C	20	30	40	50	60	70
第一次	12.3	11.9	10.0	8.0	7.5	7.8
第二次	13.2	13.4	11.1	11.2	9.2	5.4
第三次	11.8	8.1	7.0	11.4	6.2	7.4
平均	12.43	11.13	9.37	10.20	7.6	6.9

單位：公斤



討論：

1. 比較兩種做法，在牛奶蛋白中直接加小蘇打水製作時比較不會發生無法攪拌均勻的情況，而且產生的氣泡似乎會讓牛奶蛋白變黏的速度加快。
2. 我們所製作的牛奶蛋白凝固物，直接添加小蘇打粉即使是含水量比較多那一組，還是會因為太乾而不容易攪拌混合，之後再加水效果也不是太理想。加小蘇打粉可能比較適合水分更多的凝固物。

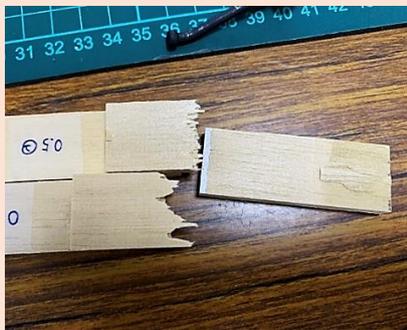
### 研究三、小蘇打水的濃度對牛奶膠水黏著力的影響

#### 實驗 8、小蘇打水中小蘇打粉的重量和黏著力的關係

操作變因：小蘇打粉的量

實驗步驟：

1. 在 400ml 溫度 50°C 的脫脂奶粉中加入 40ml 濃度 5% 的醋，攪拌後用濾網過濾出凝固物。
2. 在 10ml 水中加入不同重量的小蘇打粉後攪拌。
3. 在燒杯中加入 10 公克的凝固物，將調好的小蘇打水慢慢加入攪拌，將成品放置 1 小時。
4. 在小木塊上 2\*2cm<sup>2</sup> 範圍裏塗上 0.2 公克的牛奶膠水成品，將另一塊小木片黏著在上方後，放在通風處陰乾一星期。
5. 將黏合的木塊用 C 型夾固定在桌子邊緣，以拉力重壓至木塊分離，紀錄拉力計上的數字。

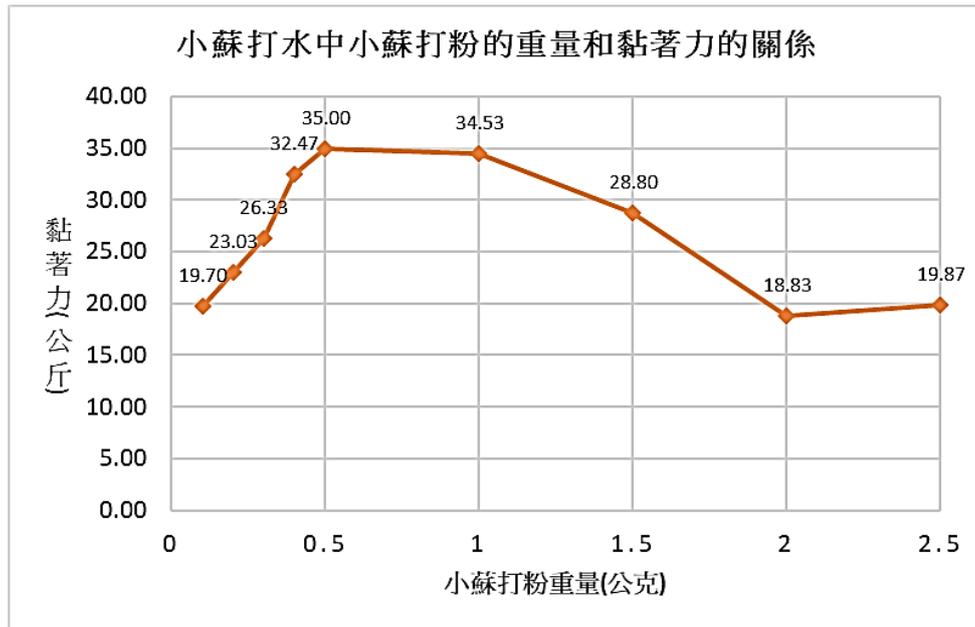
		
部分木塊再施壓接近 35 公斤時斷裂。	使用小蘇打粉未完全溶解的牛奶膠水，木頭連接處可以看到蘇打粉的痕跡	使用小蘇打粉完全溶解的牛奶膠水，膠水能滲入木塊，黏著力較強。

實驗結果：

小蘇打粉的重量 g	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1	1.5*	2*	2.5*
第一次	23.8	23.2	16.9	27.4	35.0	35.0	28.4	16.0	18.4
第二次	22.3	24.8	30.4	35.0	35.0	33.6	29.6	18.5	20.0
第三次	13.0	21.1	31.7	35.0	35.0	35.0	28.4	22.0	21.2
平均	19.70	23.03	26.33	32.47	35.00	34.53	28.80	18.83	19.87

註 1：黃色填滿的部分代表木頭斷裂 註 2：\*號代表小蘇打粉未完全溶解

單位：公斤



討論：

1. 小蘇打粉的量不足會影響牛奶膠水的黏著力，小蘇打粉沒有完全溶解的牛奶膠水黏著力會受到影響。
2. 部分木頭在接近最大測量值 35 公斤時斷裂，統一用最大的測量值 35 公斤做紀錄。

#### 研究四、牛奶凝固物的酸度對牛奶膠水黏著力的影響

##### 實驗 9、醋添加的量對牛奶膠水黏著力的影響

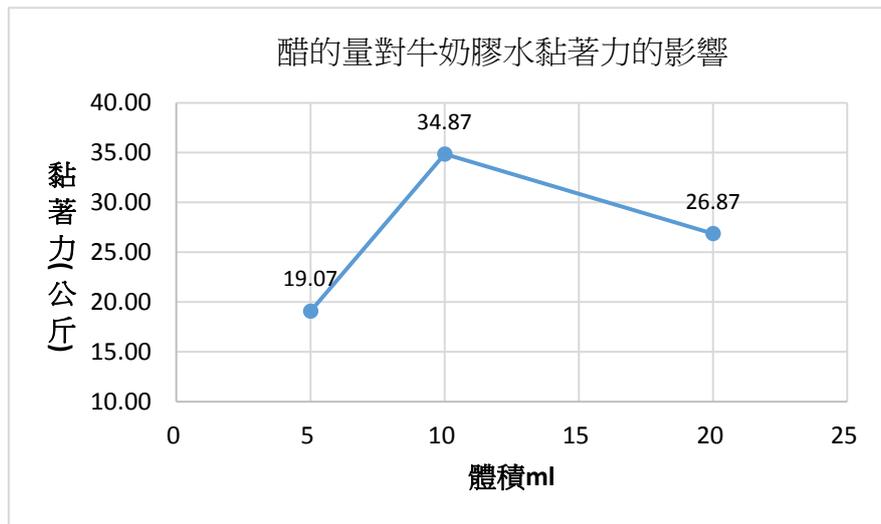
操作變因：醋的濃度

實驗步驟：

1. 在 100ml 溫度 50°C 的脫脂奶粉中加入分別加入不同體積的醋攪拌，(體積差異的部分用清水補足)，用濾網過濾出凝固物。
2. 各秤取 10 公克放入燒杯中，在燒杯中加入 10ml 加入 0.5 公小蘇打粉的水溶液後攪拌，並將成品放置 1 小時。
3. 在小木塊上 2\*2cm<sup>2</sup>範圍裏塗上 0.2 公克的牛奶膠水成品，將另一塊小木片黏著在上方後，放在通風處陰乾一星期。
4. 將黏合的木塊用 C 型夾固定在桌子邊緣，以拉力重壓至木塊分離，紀錄拉力計上的數字。

實驗結果：

醋的量 ml	5	10	20
第一次	14	35	28.8
第二次	23.2	34.6	26
第三次	20	35	25.8
平均	19.07	34.87	26.87



討論：

醋的濃度不足會讓凝固物的含水量變高，水分多醋的含量也比較多，而醋的含量太高，一部分的小蘇打會和醋中和，使能夠和凝固物作用的小蘇打變得較少。

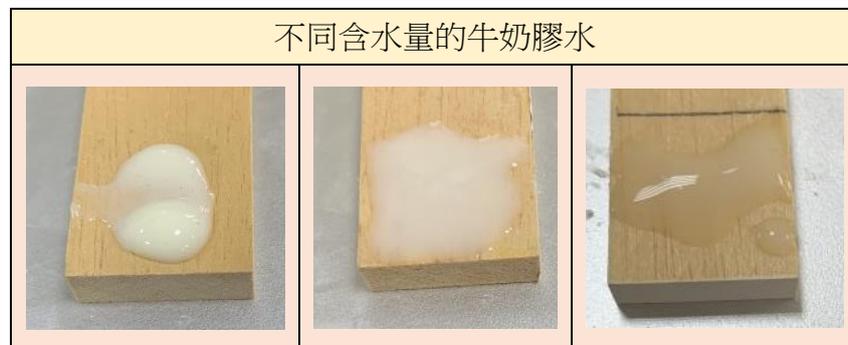
## 研究五、水分含量對牛奶膠水黏著力的影響

### 實驗 10、不同含水量的牛奶膠水黏著力大小的差異

操作變因：水的體積

實驗步驟：

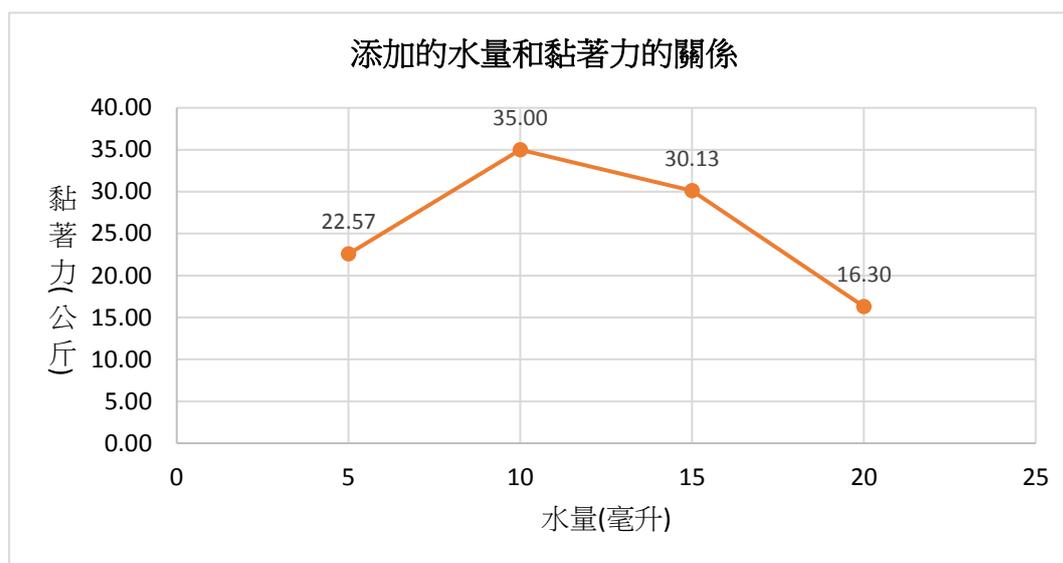
1. 在 100ml 溫度 50°C 的脫脂奶粉中加入分別加入不同體積的醋攪拌，(體積差異的部分用清水補足)，用濾網過濾出凝固物。
2. 各秤取 10 公克放入燒杯中，將 0.5 公克的打粉的溶解在不同體積的中，將不同濃度的小蘇打溶液漸漸加入攪拌，靜置一小時。
3. 在小木塊上 2\*2cm<sup>2</sup> 範圍裏塗上 0.2 公克的牛奶膠水成品，將另一塊小木片黏著在上方後，放在通風處陰乾一星期。
4. 將黏合的木塊用 C 型夾固定在桌子邊緣，以拉力重壓至木塊分離，紀錄拉力計上的數字。



實驗結果：

加水量 ml	5	10	15	20
第一次	20.4	35	29.1	17.2
第二次	23.2	35	34	19.8
第三次	24.1	35	27.3	11.9
平均	22.57	35.00	30.13	16.30

單位：公斤



討論：

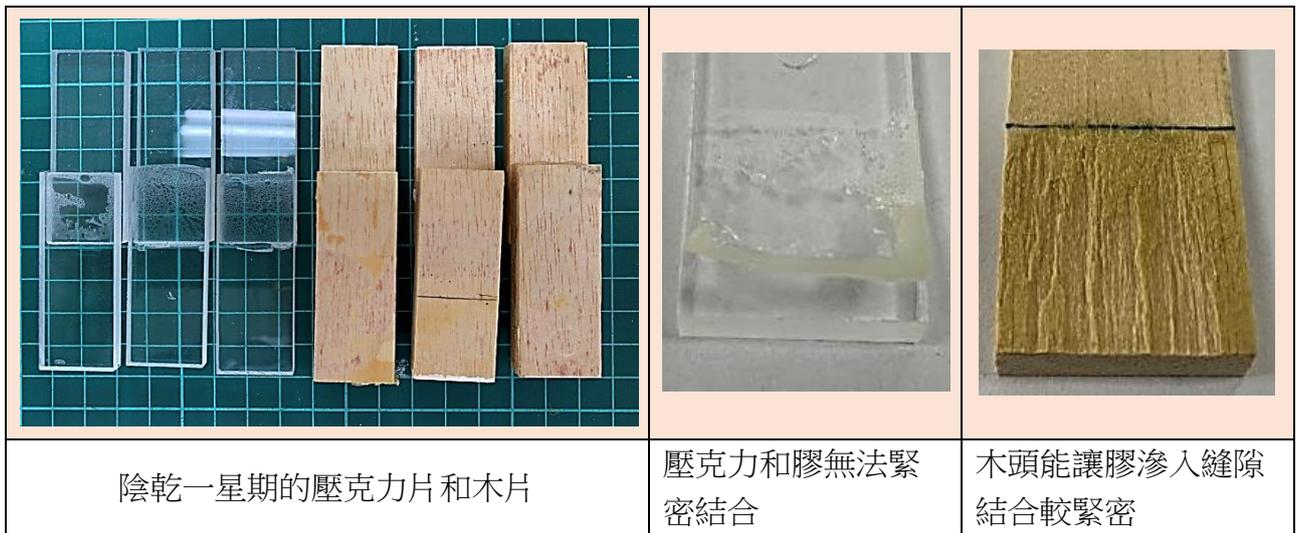
- 1.含水量最少的牛奶膠水較難均勻地塗抹在木片上，有可能因水分少較無法滲入木片的縫隙讓木片緊密相連，所以黏著力反而比較差。
- 2.含水量越多牛奶膠水越稀黏著力就變得更差，我們也發現含水量太多的牛奶膠水一開始使用時木片會滑動，固定上較有難度。

## 研究六、牛奶膠水的應用方式

### 實驗 11、適合用牛奶膠水黏合的材料

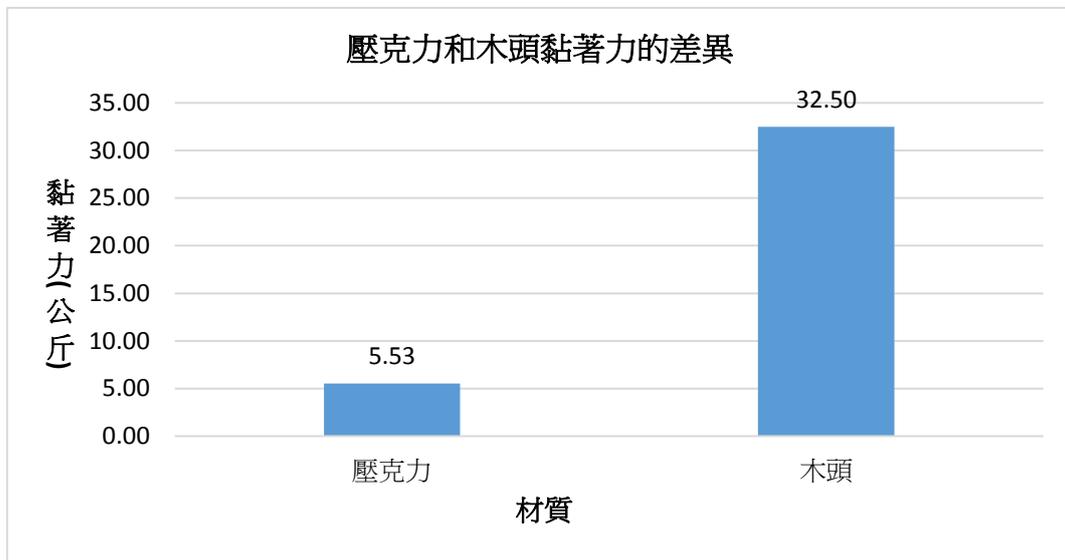
實驗步驟：

1. 在 100ml 溫度 50°C 的脫脂奶粉中加入分別加入不同體積的醋攪拌，(體積差異的部分用清水補足)，用濾網過濾出凝固物。
2. 各秤取 10 公克放入燒杯中，在燒杯中加入 10ml 加入 0.5 公小蘇打粉的水溶液後攪拌，並將成品放置 1 小時。
3. 在壓克力或小木塊上 2\*2cm<sup>2</sup>範圍裏塗上 0.2 公克的牛奶膠水成品，將另一塊壓克力或小木片黏著在上方後，放在通風處陰乾一星期。
4. 將黏合的木塊用 C 型夾固定在桌子邊緣，以拉力重壓至木塊分離，紀錄拉力計上的數字。



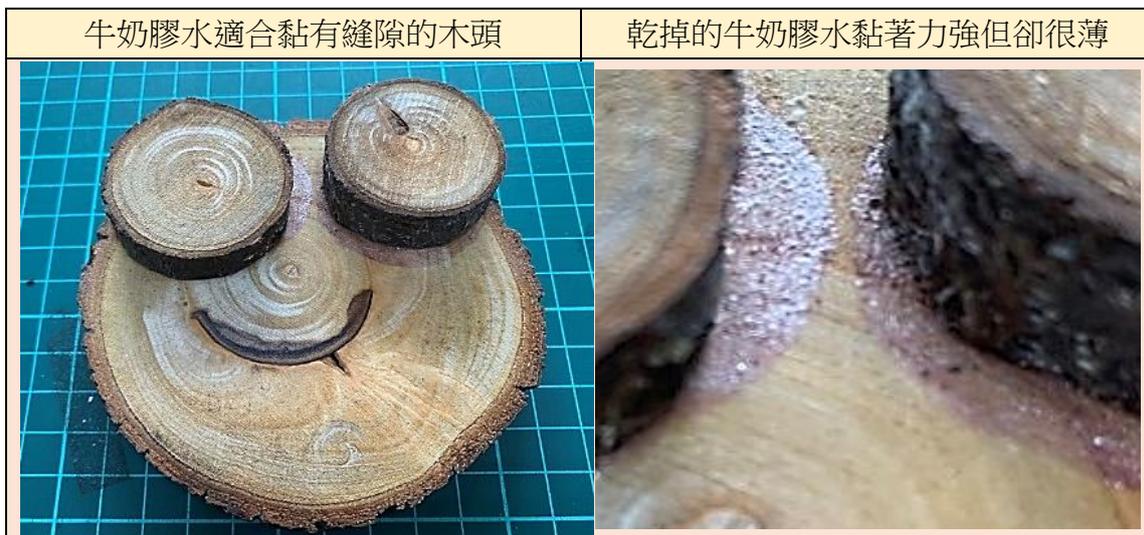
材質	壓克力	木頭
第一次	5	35
第二次	7.5	28.6
第三次	4.1	33.9
平均	5.53	32.50

單位：公斤



討論：

1. 壓克力的表面光滑緻密，沒有縫隙能讓牛奶膠水滲入做緊密的結合，只能靠膠本身的吸附能力，木頭本身有許多縫隙能讓牛奶膠水滲入縫隙結合做緊密的黏合。
2. 牛奶膠水適合用在本身有細小縫隙能讓水分滲入的材質。



### 牛奶膠水建議的製作方式：(以 100ml 的脫脂牛奶為例)

步驟 1：將脫脂牛奶加熱到 50°C 後加入 10ml 濃度 5% 的醋，攪拌後取出凝固物濾乾。

步驟 2：將凝固物先絞碎後逐漸加入 10ml 飽和的小蘇打水溶液並攪拌到凝固物完全溶解並產生黏性。

步驟 3：將牛奶膠水放置約 1 小時讓牛奶膠水的氣泡逐漸減少後就可以使用了。

## 伍、 結論

一、牛奶膠水的製作方式相關探討詳列如下：

1. 牛奶膠水必須使用脫脂牛奶，鮮奶中的脂肪會阻礙小蘇打水和牛奶蛋白的作用。
2. 牛奶膠水不能直接以脫脂奶粉添加小蘇打水的方式來製作，必須以酸性溶液從脫脂牛奶中取出凝固的牛奶蛋白的方式製作，才能有較強的黏著力。
3. 除了醋之外生活中常見的檸檬酸也可以用來凝固牛奶蛋白。
4.  $\text{NaHCO}_3$ (碳酸氫鈉)、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ (碳酸鈉)、 $\text{K}_2\text{CO}_3$ (碳酸鉀)適合用來製作牛奶膠水， $\text{CH}_3\text{COONa}$ (醋酸钠)不容易和牛奶蛋白產生變化、 $\text{NaOH}$ (氫氧化鈉)雖然也可以製作牛奶膠水，但是鹼性太強較危險所以較不建議使用。

二、牛奶的溫度對牛奶膠水的影響如下：

1. 牛奶的溫度越低，牛奶蛋白凝結速度越慢的顆粒越細含水量越多，溫度越高凝結速度越快顆粒越粗含水量越少。
2. 含水量過高的凝固物較適合添加小蘇打粉，而含水量較少的凝固物較適合添加小蘇打水。

三、小蘇打水添加的量越多牛奶膠水的黏著力越好，但未完全溶解的小蘇打粉則是會講低牛奶膠水的黏著力。

四、牛奶的凝固物所含酸的酸越多，黏著力越不好。

五、水含量越高，牛奶膠水越稀黏著力也越小，但是水分含量過低時牛奶膠水會太乾，黏著力反而會下降。

六、牛奶膠水適合使用在木材這類有縫隙的物品上，壓克力或玻璃這類無法讓水滲入的物品則不適合使用。

## 陸、 參考資料

一、科學 Online 高瞻自然科學教學平台/3D 有趣實驗：牛奶膠水

<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=66833>

二、第 52 屆中小學科展，國小組化學科：百黏好合一動物性與植物性蛋白質製成蛋白膠水的探討

三、果殼 科技有意思/果殼日誌：牛奶牌強力膠

<https://www.guokr.com/blog/441189/>

四、An Overview of pH

[http://www.braukaiser.com/wiki/index.php/An\\_Overview\\_of\\_pH](http://www.braukaiser.com/wiki/index.php/An_Overview_of_pH)

五、第 58 屆中小學科展，國小組化學科：化腐朽為神漆

六、碳酸鈉- 維基百科，自由的百科全書 - Wikipedia

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%A2%B3%E9%85%B8%E9%92%A0>

七、氫氧化鈉- 維基百科，自由的百科全書 - Wikipedia

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B0%A2%E6%B0%A7%E5%8C%96%E9%92%A0>

八、碳酸鉀- 維基百科，自由的百科全書 - Wikipedia

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%A2%B3%E9%85%B8%E9%92%BE>