

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 物理科

080109

小粉圓大學問

學校名稱：屏東縣里港鄉玉田國民小學

作者： 小六 余芊頻 小六 徐弘勳 小六 程祖琳 小六 藍上杰	指導老師： 謝岳勳 廖文豪
---	-----------------------------

關鍵詞：粉圓、番薯粉、熱脹冷縮

小粉圓大學問

摘要：

本研究旨在探討影響粉圓煮熟的各项因素及性質：包括物質的熱脹冷縮現象、溫度對物質的影響、物質在不同溫度下的密度變化、物質在不同濃度的溶液中的密度變化，並從力學的角度來測試物質的 Q 度。

壹、研究動機

炎炎夏日我最喜歡來碗冰涼又能暫止飢渴、吃起來又有點咬勁的粉圓；而在酷冷的冬天，來一碗熱呼呼的粉圓，也會使我整個冬季充滿暖意。在自然與生活科技課本中談到「熱的傳播與保溫」及「物質的變化」裡說到，物質受熱後，溫度會升高，體積、顏色、形狀或性質會改變，於是讓我更對粉圓生與熟的差異產生了高度的關心與好奇，於是我就邀了幾位同學，並在媽媽和老師的協助下，一起來研究這個問題。

貳、研究目的

- (1) 研究煮粉圓時，為什麼要在水沸騰時，才能放進鍋裡？
- (2) 研究粉圓怎麼煮才會熟？
- (3) 研究為何粉圓煮一段時間後會浮上水面？
- (4) 研究溶液會不會影響粉圓浮起來的速度？
- (5) 研究粉圓煮熟後該如何處理？
- (6) 研究煮熟後的粉圓 Q 度？
- (7) 研究煮熟後的粉圓該如何保存？

參、文獻探討

1. 物體的熱脹冷縮。物體受熱後體積會膨脹，變冷後體積會縮小。
2. 溫度對物質溶解量的影響。例如當水溫升高時，糖溶解在水中的量也跟著增加，但鹽在冷熱水中，溶解量差別不大，所以物質溶解的量因水溫和物質種類而異。

肆、研究器材和藥品

罐裝瓦斯爐、鍋子、水、粉圓、砂糖、量杯、溫度計、計時器、磅秤、漏杓。

伍、研究過程

實驗一：研究煮粉圓時，為什麼要在水沸騰時，才能放進鍋裡？

(一) 粉圓煮熟前後的不同：

- (1) 取五個鍋子裝水 1000cc，分別使其溫度達到 0°C、40°C、60°C、80°C、100°C
- (2) 將 50 克的粉圓，放入五個不同水溫之鍋子中煮，直到各鍋的水都沸騰後粉圓浮到水面。
- (3) 觀察粉圓的變化並記錄。

(二) 結果與討論：

◎各種溫度煮粉圓

起始溫度	0°C	40°C	60°C	80°C	100°C
粉圓放入後，水的狀況	混濁	混濁	混濁	混濁	清澈

粉圓狀況	粉圓慢慢溶化散開	粉圓溶化散開	粉圓溶化散開	粉圓很快溶化散開	粉圓沒有溶化沒有散開
鍋底狀況	沒有粉圓黏於鍋底	粉圓黏於鍋底	粉圓黏於鍋底	許多粉圓黏於鍋底	少許粉圓黏附鍋底

1. 粉圓放入 0°C 的冷水會快速的溶化，生粉圓懸浮在水中，使水混濁，若經攪拌溶化更快。
2. 粉圓在 40°C，60°C 水中煮皆溶化懸浮使水混濁並黏於鍋底。
3. 粉圓在水溫 80°C，還是會溶化並懸浮，且速度更快。
4. 只有在 100°C 的水中，粉圓是完好沒有散開，我們推測粉圓是蕃薯粉做的，一碰到滾水外皮就會熟化，所以粉圓顆粒完整，水不混濁。
5. 煮熟後的粉圓顏色會由淺變深，體積也由小變大，並由水底浮至水面。
6. 所以煮粉圓時，要在水沸騰時，才能將粉圓放進鍋裡。

在非滾水中放入粉圓,粉圓會散開



在滾水中放入粉圓,粉圓外皮馬上煮熟



實驗二：研究粉圓怎麼煮才會熟？

（一）實驗步驟：

1. 由實驗一得知粉圓須在 100°C 的沸水中煮，而我們也觀察到粉圓煮一段時間後會浮上水面，是否浮上水面後，就代表粉圓熟了？還是要再悶煮一段時間？因此設計實驗甲、乙、丙，丁，戊五組實驗。

△實驗甲：把水煮開至 100°C，倒入粉圓 50 克，關火。

△實驗乙：把水煮開至 100°C，倒入粉圓 50 克，邊煮邊攪拌，並保持水滾狀態，粉圓浮上水面後，即關火。

△實驗丙：把水煮開至 100°C，倒入粉圓 50 克，邊煮邊攪拌，並保持水滾狀態。粉圓浮上水面後，繼續煮到粉圓中間還有一小點白點時，就關火。

△實驗丁：把水煮開至 100°C，倒入粉圓 50 克，邊煮邊攪拌，保持水滾狀態。粉圓浮上水面後，繼續煮到粉圓中間還有一小點白點時，就關火，蓋上鍋蓋，悶個二十分鐘。

△實驗戊：把水煮開至 100°C，倒入粉圓 50 克，放在電鍋中，蓋上鍋蓋，用電鍋煮，悶個二十分鐘。

2. 觀察粉圓的變化並紀錄。



煮粉圓實況

(二) 結果與討論：

◎ 煮粉圓狀況紀錄表：水都煮開至 100°C，再倒入粉圓

組別	實驗甲 倒入及關火	實驗乙 攪拌至浮起即關火	實驗丙 攪拌到浮起續煮剩一白點關火	實驗丁 續煮到一白點關火悶 20 分	實驗戊 用電鍋蓋著悶煮
粉圓狀況	粉圓結成一團	粉圓一顆一顆，自然分開	粉圓一顆一顆，自然分開	粉圓一顆一顆，自然分開	粉圓結成一團
粉圓顏色	粉圓白色部分約佔五分之四	粉圓白色部分約佔五分之四	粉圓白色部分約佔五分之一	粉圓沒有白點，咖啡半透明	粉圓沒有白點，咖啡半透明
吃的口感	還是生的硬硬的	還是生的硬硬的	外表軟，中間生且硬	QQ 軟軟的	糊糊的

1. 粉圓剛浮上來時，並不代表已煮熟，粉圓浮上水面後，要繼續煮到粉圓中間還有一小點白點時，才能關火。
2. 關火後，還需將鍋蓋蓋好，悶 10 到 20 分鐘。
3. 煮粉圓需要一邊攪拌，並一邊將粉圓慢慢放進滾開的水中，確保每一顆生粉圓四周都完全接觸滾水燙熟。
4. 一般煮粉圓需要約一小時的時間，如不用悶的煮到全熟，需時更久。
5. 用電鍋煮因為一直蓋著有悶熟效果，所以也會熟，但糊糊的，口感不佳。



生粉圓



準備工具並將剛浮起的粉圓撈起



將剛浮起的粉圓切開



切開一看果然還沒熟

實驗三：研究為何粉圓煮一段時間後會浮上水面？

(一) 實驗步驟：

1. 準備 50 公克的熟粉圓，分別放入裝有滾水的鍋子中加熱。
2. 觀察在各種溫度時，鍋子中的變化情形，設計四組實驗。
3. 依水溫每隔 10°C，求其密度。
4. 粉圓密度=粉圓重量除以粉圓體積。



測量水溫

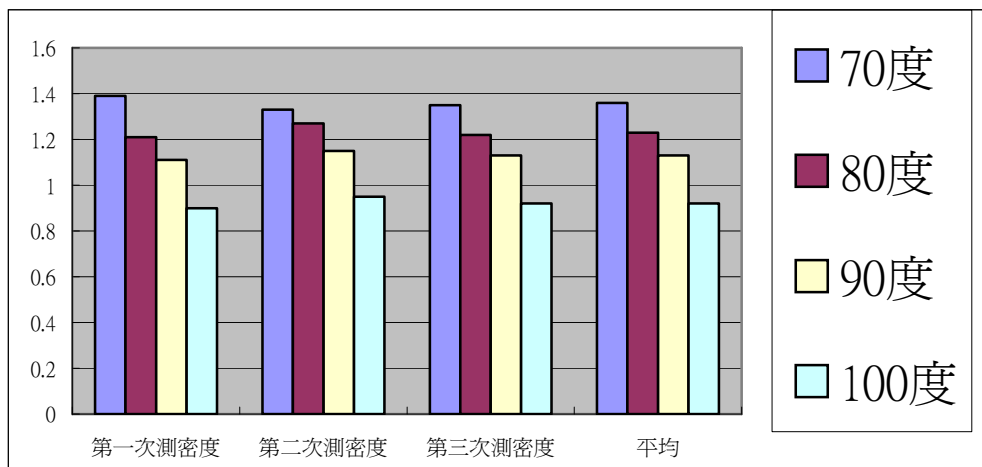


粉圓浮上來了

(二) 結果與討論：

◎各種溫度的密度 (g/cc)

溫度	70°C	80°C	90°C	100°C
第一次測密度	1.39	1.21	1.11	0.90
二次測密度	1.33	1.27	1.15	0.95
第三次測密度	1.35	1.22	1.13	0.92
平均	1.36	1.23	1.13	0.92



1. 隨著溫度的增加，鍋子中水的高度因熱脹冷縮亦跟著上升。
2. 水溫 100°C 粉圓則浮起，火關掉後，粉圓馬上沉入水底。
3. 測量後發現當粉圓在沸水中密度小於 1，粉圓浮起，在 90°C，80°C，70°C 時密度大於 1 則無法浮起。

實驗四：研究溶液會不會影響粉圓浮起來的速度？

(一) 實驗步驟：

1. 設計實驗甲、乙、丙三組實驗。
2. 實驗甲：取鍋子裝水 1000cc，把水煮開至 100°C，倒入 50 公克粉圓。
3. 實驗乙：取鍋子裝水 1000cc，加入 18 克的糖，把水煮開至 100°C，倒入 50 公克粉圓。
4. 實驗丙：取鍋子裝水 1000cc，加入 48 克的糖，把水煮開至 100°C，倒入 50 公克粉圓。
5. 觀察各溶液，粉圓浮起的時間並記錄。

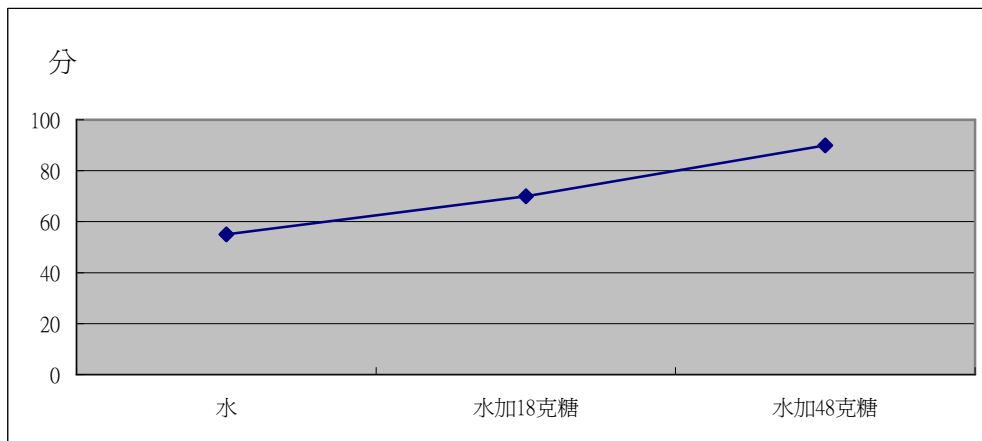
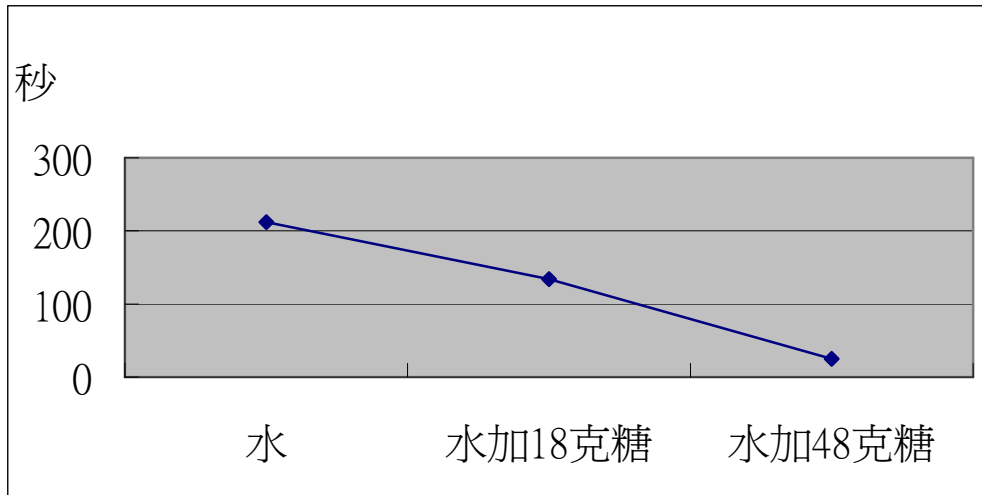


實驗實況

(二) 結果與討論：

◎糖水濃度與粉圓浮起和煮熟的時間關係〈都倒入 50 公克生粉圓〉

組別	實驗甲	實驗乙	實驗丙
溶液種類	水	水+18 克糖	水+48 克糖
做法到入粉圓	煮開後倒入	煮開後倒入	煮開後倒入
粉圓 浮起時間	3 分 32 秒	2 分 14 秒	25 秒
浮起後 粉圓狀況	粉圓外表有一層透明咖啡色，中間白色部分約佔 70%	粉圓外表有一層透明咖啡色，中間白色部分約佔 80%	大部分的粉圓外表沒有一層透明咖啡色，中間白色部分約佔 95%
浮起後至煮熟 所需的時間	約 55 分	約 1 時 10 分 (70 分)	約 1 時 30 分 (90 分)



1. 可見水溶液的濃度越濃，煮沸所需的時間愈久，但到達沸點後，粉圓浮起的時間越短，此時粉圓還未煮熟。
2. 水溶液的濃度愈濃時，容易逐漸飽和，密度變大，但清水含量更少，愈不易分解或催熟粉圓，粉圓雖然很快浮起，但也愈不易熟透。
3. 所以煮粉圓要用清水煮，煮熟後再加糖，以節約能源和時間。

實驗五:研究粉圓煮熟後該如何處理？

(一) 實驗步驟：

1. 取同重量的熟粉圓。
2. 將熟粉圓分別放在

實驗甲：繼續泡在熱水中，一分鐘。

實驗乙：撈出浸熱水(40°C)，一分鐘。

實驗丙：撈出浸冷水(20°C)，一分鐘。

實驗丁：撈出浸冰水(5°C)，一分鐘。

3. 請班上 25 位同學品嚐粉圓。

(二) 結果與討論：

◎熟粉圓處理之比較表

組別	實驗甲 續泡熱水	實驗乙 浸入 (40°C) 溫水	實驗丙 浸入 (20°C) 冷水	實驗丁 浸入 (5°C) 冰水
粉圓口感	不 Q 會黏牙	稍 Q 會黏牙	Q 不會黏牙	很 Q 不會黏牙
喜好人數	0 人	0 人	5 人	20 人

1. 由觀察與訪問一般賣粉圓的商家，也了解煮熟後的粉圓續泡熱水會繼續的分解，轉化粉圓。而浸冷水或冰水瀝乾儲放，則能阻斷相互間的黏性，使外皮冷縮，增加彈性，口感才會 Q。



撈出浸泡冷水

實驗六：研究煮熟後的粉圓 Q 度？

(一) 實驗步驟：

1. 取二塊 10cm 見方的平板模擬牙齒。
2. 取實驗五的四種粉圓，分別在下平板上均勻鋪上一層粉圓。
3. 輕輕蓋上上平板，並取 5 克砝碼 4 個置於其上，觀察兩平板間的距離變化。

(二) 結果與討論：

組別	實驗甲 續泡熱水	實驗乙 浸入 (40°C) 溫水	實驗丙 浸入 (20°C) 冷水	實驗丁 浸入 (5°C) 冰水
未放置砝碼時 兩平板間的距離(mm)	7	6.9	6.7	6.5
放置砝碼時 兩平板間的距離(mm)	6	6.5	6.4	6.3

1. 兩平板間距離改變太小，代表粉圓太硬；兩平板間距離改變太大，代表粉圓太軟。而兩平板間距離改變適中，代表粉圓軟硬適中，彈性剛好，口感才會 Q。
2. 浸泡 5°C 冷水之粉圓，兩平板間的距離變化較為適中。

實驗七：研究煮熟後的粉圓該如何保存？

(一)：實驗步驟：

1.取同重量煮熟的粉圓。

2.將煮熟的粉圓分別放在

實驗甲：泡糖水放在冰箱冷凍庫中，一天後觀察之。

實驗乙：泡糖水放在冷藏室，一天後觀察之。

實驗丙：瀝乾放在冰箱中冷凍庫中，一天後觀察之。

實驗丁：瀝乾放在冷藏室，一天後觀察之。

3.再次加熱後，觀察比較。



實驗甲粉圓



實驗乙粉圓



實驗丙粉圓



實驗丁粉圓

(二)結果與討論：

◎煮熟粉圓處理之比較

組別 粉圓狀況	實驗甲 泡糖水冷凍	實驗乙 泡糖水冷凍	實驗丙 瀝乾冷凍	實驗丁 瀝乾冷藏
粉圓外形	變小 但和糖水結 冰成一大團	變大	變小 結冰成一大 團	變小 呈現黏稠的 狀態
粉圓口感	硬梆梆	糊糊的	硬梆梆	外軟內硬
粉圓顏色	變淡暗沉	變淡暗沉	變淡暗沉	變淡暗沉
粉圓 再加熱後 外形	與第一次煮 時相同	與第一次煮 時相同	與第一次煮 時相同	與第一次煮 時相同
粉圓 再加熱後 口感	又 Q 又軟 比第一次差	很軟 比第一次差	又 Q 又軟 比第一次差	又 Q 又軟 比第一次差
粉圓 再加熱後 顏色	晶瑩剔透	晶瑩剔透	晶瑩剔透	晶瑩剔透



觀察

- 1.由上可知，冰過的粉圓都會變硬，但再次加熱後，口感變軟不如現煮的。
- 2.所以建議粉圓要吃多少煮多少，就是煮熟後最好當日吃完，如果吃不完，建議應將粉圓瀝乾後，放在冷凍庫保存，並儘早食用，以保新鮮。

陸、討論

1. 粉圓加熱後，顏色由淺變深、體積由小變大、性質由生粉圓結塊情形變成 Q 軟，富韌性的熟食、狀態也由不透明變晶瑩剔透，由水底浮起再沉入水底。
2. 粉圓無論是現做的或是超市賣的，形狀都是圓的，煮熟後也仍是圓的。
3. 超市賣的粉圓較乾燥，重量也比市場現做的輕許多，但煮的時間較久，而市場賣的生粉圓較濕也較重，但較容易煮熟，我們認為應與粉圓含水量有關，含水量較多者比較快，較易煮熟，而含水少的，需多些時間才能變軟，所以較慢。
4. 加熱時要蓋鍋蓋，這樣保溫效果較好，食物較易煮熟，並能節省能源與時間。

柒、結論：

1. 煮粉圓一定要放入在水溫 100°C 的沸水中，否則隨溫度的增加，粉圓中生粉圓會脫落懸浮在水中，使水變得混濁不透明並黏在鍋底。
2. 煮粉圓時下鍋後需要不停的攪拌才不會黏結在一起，邊煮邊攪拌，保持水滾狀態，大約煮一小時左右，就可關火，蓋上鍋蓋，悶個二十分鐘，中間的白心也熟透了時，效果最好。

3. 粉圓加熱後體積會變大，冰過後體積變小，此現象可說明物質熱脹冷縮的現象。
4. 測粉圓的密度時，當粉圓的密度小於水，則粉圓比水輕，因此粉圓會浮起來；變冷時，體積縮小，粉圓的密度大於水，因此粉圓會沈下去。
5. 以濃度高的糖水溶液煮粉圓，糖水愈濃密度愈大，沸騰時間也需較多，再放入粉圓後，粉圓浮起的速度相對加快，但因含水量較少，要加長烹煮的時間才能催熟粉圓，因此煮粉圓時還是煮好粉圓後再加糖，較為適宜，以節省能源與時間。
6. 粉圓煮熟後可沖冷水瀝乾，一來阻絕黏性，二來冷縮增加彈性與口感，不宜一直浸泡在水中，否則只會讓粉圓更大更軟。
7. 煮熟後的粉圓宜當天吃完，否則就會變質。
8. 煮粉圓時，水要蓋過粉圓，所以鍋子要選擇較為瘦高的〈底面積較小〉，讓粉圓在水中有充足的活動空間，避免煮焦了，若是用透明容器來煮，也可清楚水會熱對流的現象。

捌、參考書目：

1. 中華民國第三十二屆中小學科學展覽優勝作品專輯
2. 小朋友最愛的甜點 佳鶴文化
3. 生活中的物理 九章出版社
4. 康軒課本五下第三單元「熱的傳播與保溫」
5. 康軒課本六下第二單元「物質的變化」
6. <http://littlechef.samuelh.dyndns.org/Recipes/BubbleMilkTea.asp>
7. <http://devilmirror.bluecircus.net/archives/000803.html>
8. <http://www.godsdirectcontact.com/vegetarian/ch/vc39.htm>

【評語】 080109

粉圓人見人愛，烹煮粉圓的過程，雖然已是該行能手的專業經驗，學生能夠認真的探究並紀錄烹煮粉圓的過程與經驗，是個有趣的作品，然而缺乏科學性的量化探究分析。