

冰的奇妙世界

高小組物理科第三名

台北市大理國民小學

作者：鍾德昌、林惠千

盧志成、蕭博元

指導教師：林正雄、陳金耀

一、研究動機

在去年九月二十八日教師節的那一天，爸媽帶我到國際學舍參觀冰雕展，對一個生長在亞熱帶的我來說，這真是神奇的經驗，那些作品雕工的精細，晶瑩剔透，真可說是鬼斧神工，與電視上所看大陸冰雕和日本北海道的雪祭來比較，雖然是小巫見大巫，但也令我們全家非常感動。我最感興趣的是上列二處冰材因地處北方，緯度高達五六十以上，取材容易，但在我們這裡幾噸的冰材以冷凍機製造要花費多少電？多少時間呀！有沒有比較省時、省力的製冰方法呢？用那些材料可以使冰雕作品保持更久？這些問題在上學後和其他幾位同學談起，他們也覺得很有趣，引起我們的好奇，於是請教了陳老師，在陳老師的指導下，我們做了一系列的實驗。

二、研究目的

- (一) 探討及研究影響結冰形成的可能因素及其不同的形態。
- (二) 研究結冰的過程，以了解結冰形成的順序及其內部構造。
- (三) 實驗結冰凝固體融化的快慢，並探究融化與水溶液濃度關係。
- (四) 藉結冰變因的研究，找出省時快速的製冰方法，進而改變製冰的現況，也許有益於急需大量用冰者，或用冰來雕塑的藝術家。
- (五) 配合自然科學中物質的三態單元，對冰的固體型態多作研究。

三、研究設備器材

放大鏡、攪拌機、吸管，塑膠試管、天平、砝碼、大小量筒、溫度計、針筒、針筒注射器、尺、計時器、沙拉油、味精、食鹽、糖、洗衣粉、肥皂、醋、小蘇打、硼酸、自來水、各種質料容器。

四、研究過程及題綱

(一)確定研究的問題

- 1.常見的水溶液，濃度相同，哪一種結冰較快？哪一種較慢？
- 2.相同的溶液，但不同濃度，會不會影響結冰的快慢？
- 3.將不同的水溶液放入同一個冰箱作結冰的實驗後，哪一種結冰膨脹多？
- 4.使用不同材料的容器對結冰的快慢影響。

(二)研究方法

- 1.室內實驗：以同一個冰箱內採用控制變因的方法對個別單一變因進行多面實驗。在這裡最重要的是保持不變變因的控制，雖然部分的實驗很難做得好，但我們也盡量克服。
- 2.資料的蒐集：利用圖書資料、錄影帶及雜誌，蒐集整理有關的內容與方法，補充加強實驗過程，找出更好的方法。

五、研究過程及步驟

(一)實驗甲：哪一種水溶液結冰較快？哪一種較慢？

- 1.實驗器材：量杯一個、天平一座、砝碼一組、滴管一支、塑膠試管九支、冰箱一台、攪拌棒一支、計時器一只。
- 2.實驗過程：先把各種溶液調好濃度10%的40公撮均勻溶液（即溶質4公克、溶劑45公撮所得約50公撮水溶液，每種均取40公撮來實驗），再把這些不同的溶液，放入同一個冰箱中，然後每五分鐘觀察其結冰快慢及結冰情況，並加以記錄。
- 3.實驗方法：操縱變因：溶液的質料不同
應變變因：結冰的快慢
保持不變變因：①容器的大小②攪拌程度③溶液的量④同一個冰箱⑤冰箱內的溫度⑥溶液的濃度
- 4.實驗數據：(如下頁表)
- 5.結論：最快結結冰的溶液是肥皂水，再來各是洗衣粉→牛奶→糖水→醋→硼酸水→蘇打水→自來水，最後結冰的是鹽水。

結冰名次	④	⑨	⑦	⑥	①	②	⑤	⑧	③
溶液	糖 水	鹽 水	蘇打水	硼酸水	肥皂水	洗衣粉水	醋	自來水	牛 奶
時間									
10 分	△	△	△	△	○上面	△	△	△	△
20 分	△	△	△	△	○上面 ○旁邊	○旁邊	△	△	○旁邊
30 分	○旁邊	△	○旁邊	△	○上面 ○旁邊	○旁邊 ○上面	△	○旁邊 ○上面	○旁邊
40 分	○旁邊	○旁邊	○旁邊 ○上面	○旁邊 ○上面	*	○旁邊 ○上面	○旁邊	○旁邊 ○上面	○旁邊
50 分	○旁邊 ○上面	○旁邊	○旁邊 ○上面	○旁邊 ○上面	*	○旁邊 ○上面	○旁邊 ○上面	○旁邊 ○上面	○旁邊 ○上面 ○下面
60 分	○旁邊 ○上面 ○下面	○旁邊 ○上面 ○下面	○旁邊 ○上面 ○下面	○旁邊 ○上面 ○下面	*	○旁邊 ○上面 ○下面	○旁邊 ○上面 ○下面	○旁邊 ○上面 ○下面	○旁邊 ○上面 ○下面
70 分	○旁邊 ○上面 ○下面	○旁邊 ○上面 ○下面	○旁邊 ○上面 ○下面	○旁邊 ○上面 ○下面	*	*	○旁邊 ○上面 ○下面	○旁邊 ○上面 ○下面	○旁邊 ○上面 ○下面
80 分	*	○旁邊 ○上面 ○下面	○旁邊 ○上面 ○下面	○旁邊 ○下面 ○上面	*	*	○旁邊 ○上面 ○下面	○旁邊 ○上面 ○下面	*
90 分	*	○旁邊 ○上面 ○下面	○旁邊 ○上面 ○下面	*	*	*	*	○旁邊 ○上面 ○下面	*
100 分	*	○旁邊 ○上面 ○下面	○旁邊 ○上面 ○下面	*	*	*	*	○旁邊 ○上面 ○下面	*
110 分	*	○旁邊 ○上面 ○下面	*	*	*	*	*	○旁邊 ○上面 ○下面	*
120 分	*	*	*	*	*	*	*	*	*

記號表示：△未結冰

○部分結冰

*完全結冰

上面
 旁邊 } 由哪裡開始結冰
 下面

(二)實驗乙：同一種溶液，不同濃度，會不會影響結冰的快慢？

1.實驗器材：量杯一個、計時器一只、天平一座、砝碼一組、塑膠試管15個，攪拌棒一支、滴管一支、冰箱一台。

2.實驗過程：①配製不同濃度的鹽水、肥皂水、洗衣粉溶液。（配製方法如下表2）

②各種濃度的水溶液分別量取40公撮，倒入塑膠試管中，再放入同一冰箱中。

③每5分鐘觀察它們結冰情況。

水溶液的配製法

溶 液 \ 濃 度	5 %	10 %	15 %	20 %
固 體 量 (克)	2	4	6	8
液體總量 (公撮)	40	40	40	40

說明：

(A)用天平量取2克的鹽，放入試管中。

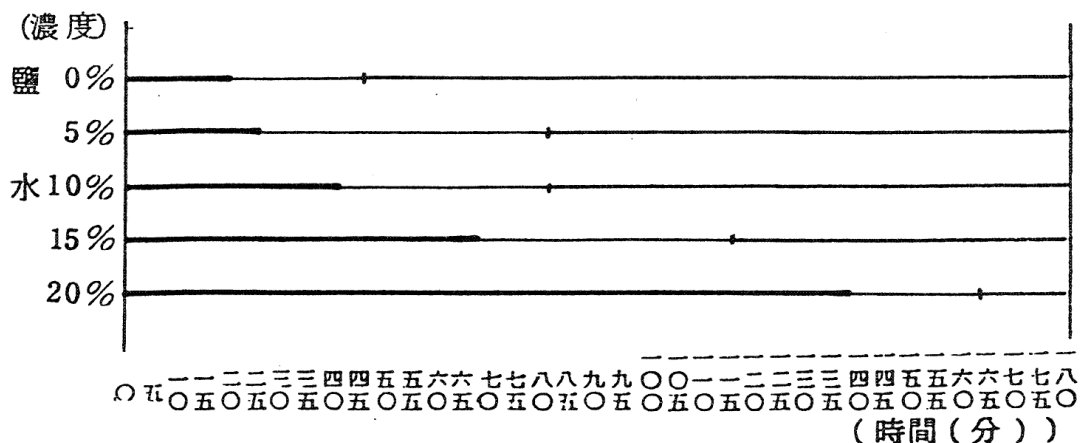
(B)加水至40公撮，攪拌使鹽溶解完即得5%鹽水。肥皂水、洗衣粉溶液調製方法均相同。

3.實驗方法：操縱變因：濃度的不同

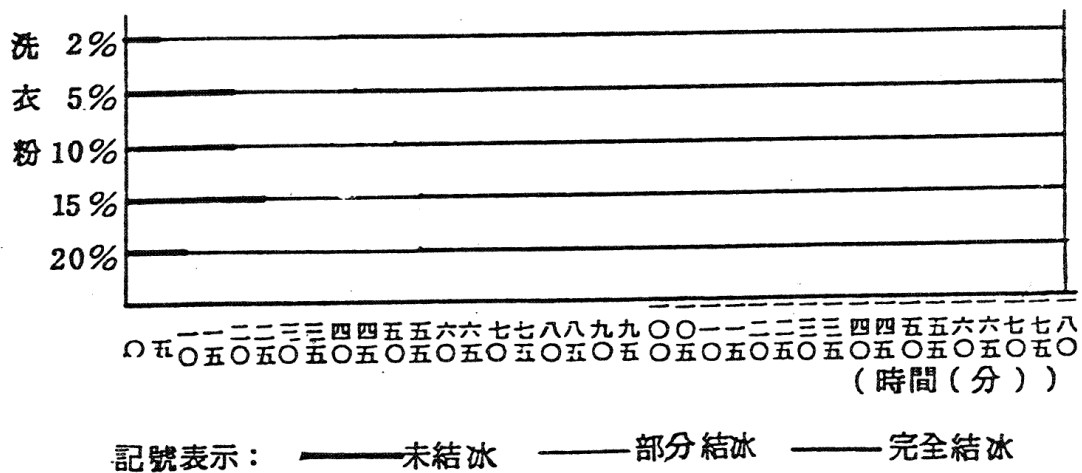
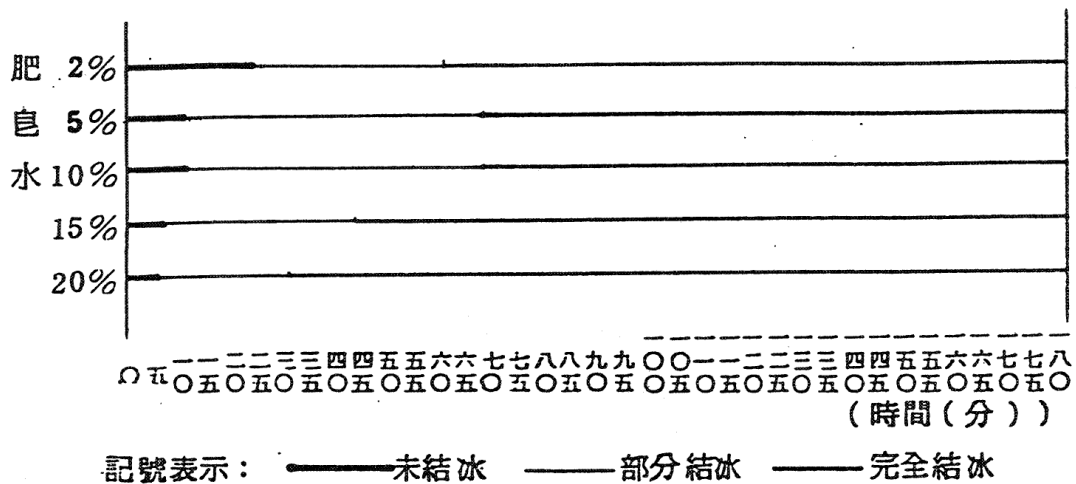
應變變因：結冰的快慢

保持不變變因：①容器的大小②攪拌的程度③水的溫度④冰箱內的溫度⑤同一個冰箱⑥溶液的量

4.實驗數據：



記號表示：——未結冰 ——部分結冰 ——完全結冰



5. 結論：從這個實驗中可見，鹽的濃度愈高，結冰較慢，濃度愈低，結冰較快；肥皂水濃度愈高，結冰愈快，濃度愈低，結冰愈慢；洗衣粉濃度愈高，結冰愈快，濃度愈低，結冰愈慢。

(二) 實驗丙：將水溶液放入冰箱後。哪個膨脹多？

1. 實驗器材：一個冰箱、量筒一個、試管七個、天平一座、砝碼一組、尺一支（15公分）、攪拌棒一支、計時器一只。

2. 實驗過程：將不同的溶液調好60公釐，要同濃度，再放入同一個冰箱，經過4小時看什麼溶液膨脹的多。

3. 實驗方法：操縱變因：不同的水溶液

應變變因：膨脹的量

保持不變變因：①容器的大小②同一個冰箱③冰箱內的溫度
④時間的始末⑤同濃度⑥攪拌的程度

4.實驗數據：

溶 液 膨 脹 量	自來水	味精水	鹽 水	肥皂水	沙拉油	糖 水	醬 油
原來的高度	60公釐	60公釐	60公釐	60公釐	60公釐	60公釐	
增加高度	7 公釐	5 公釐	5 公釐	3 公釐		8 公釐	
減少高度					2 公釐		1 公釐
備 註	試管出 現裂痕		中央凸 起冰體 呈粉白	中 央 凸 起	中央凹 陷試管 出裂痕	中 央 凸 起	

5.結論：自來水、味精溶液、鹽水、肥皂水、沙拉油、醬油於冷卻24小時後，體積均膨脹，以糖水膨脹高度較高，但沙拉油和醬油結冰後的高度卻縮小。

四)實驗丁：用不同材料的容器，會不會影響結冰的快慢？

1.實驗器材：試管一個、陶製杯子、汽水罐、較厚塑膠杯、冰箱一台、計時器一只、量杯一個。

2.實驗過程：把五種不同材料的容器裝水150公撮放入同一個冰箱，每五分鐘觀察結冰情形。

3.實驗方法：操縱變因：不同材料的容器

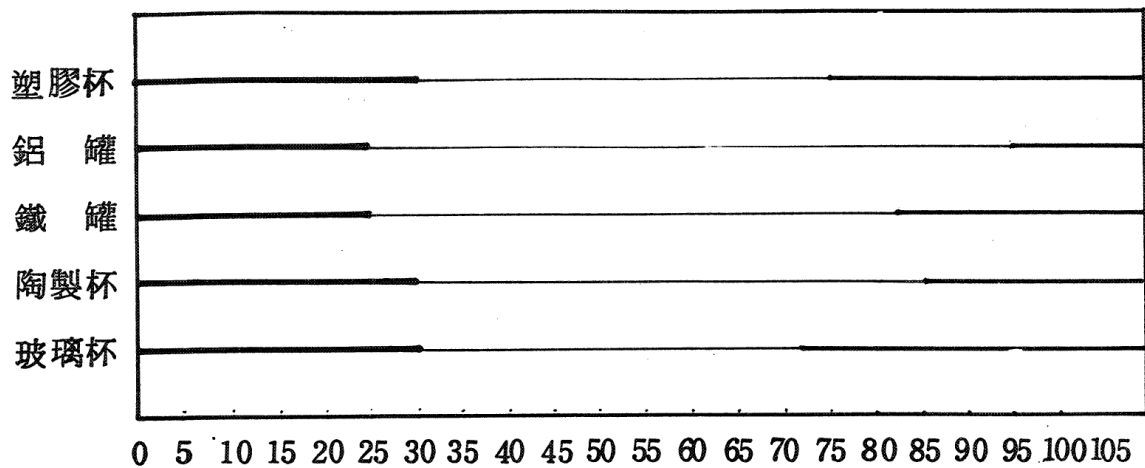
應變變因：結冰快慢

保持不變變因：①同一個冰箱②冰箱內的溫度③水溶液相同

④水的溫度⑤量要相同⑥時間相同

4.實驗數據：(如下頁表)

5.結論：由此可看到結冰的容器用玻璃做的容器較易讓水結冰，其中鋁罐結冰較慢，其次為鐵罐、塑膠杯、陶製杯子。



記號表示：—— 未結冰 - - - - 部分結冰 ——— 完全結冰

(戊)實驗戊：同濃度不同種類的水溶液結冰體，哪一種融化快？哪一種融化慢？

1.實驗器材：九個塑膠杯、量筒、攪拌棒一支、天平一座、砝碼一組、細砂網。

2.實驗過程：把各種溶液調好濃度10%的100公撮均勻溶液（取溶質10公克，溶劑90公撮，加以攪拌50次，每種均得約100公克溶液實驗，以使溶質均勻溶解或懸浮）放入冰箱，經過一天完全結成固體後，同時放置於天平網架上，每隔10分鐘測量其融化後剩餘的固體量，並加以觀察記錄。

3.實驗方法：操縱變因：不同的水溶液

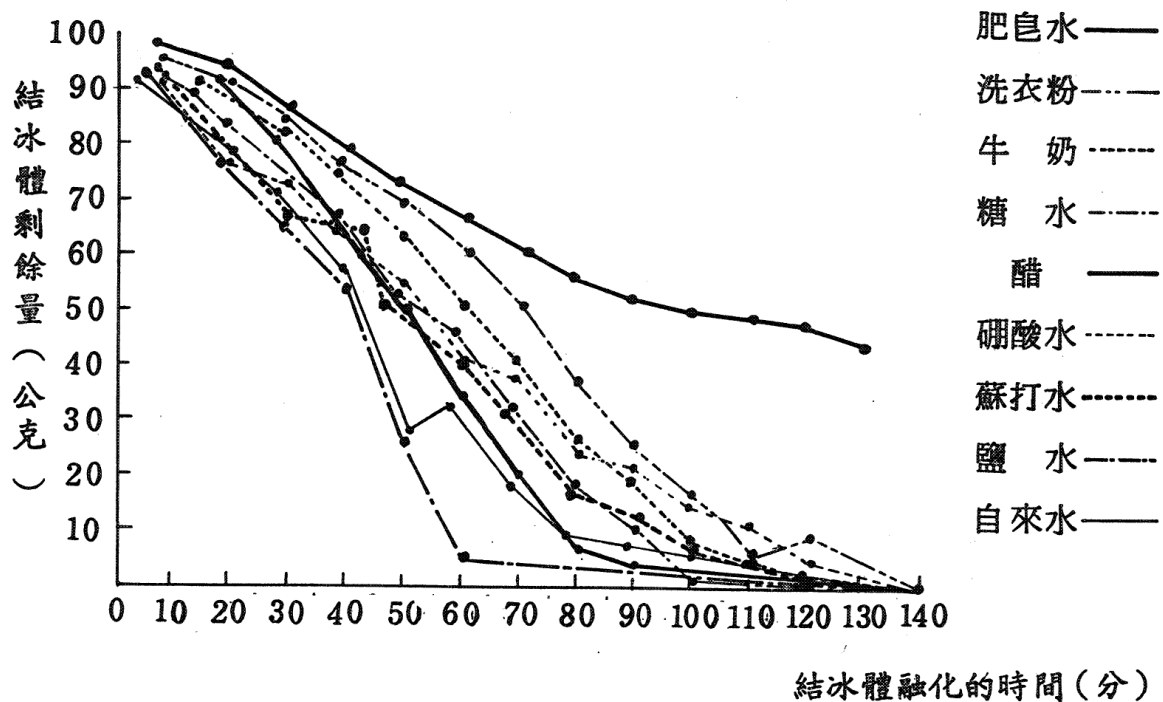
應變變因：融化的快慢

保持不變

變因：①容器的大小②冰箱內的溫度③同一個冰箱④溶液的濃度⑤溶液的量⑥攪拌程度

4.圖表解釋：(如下頁表)

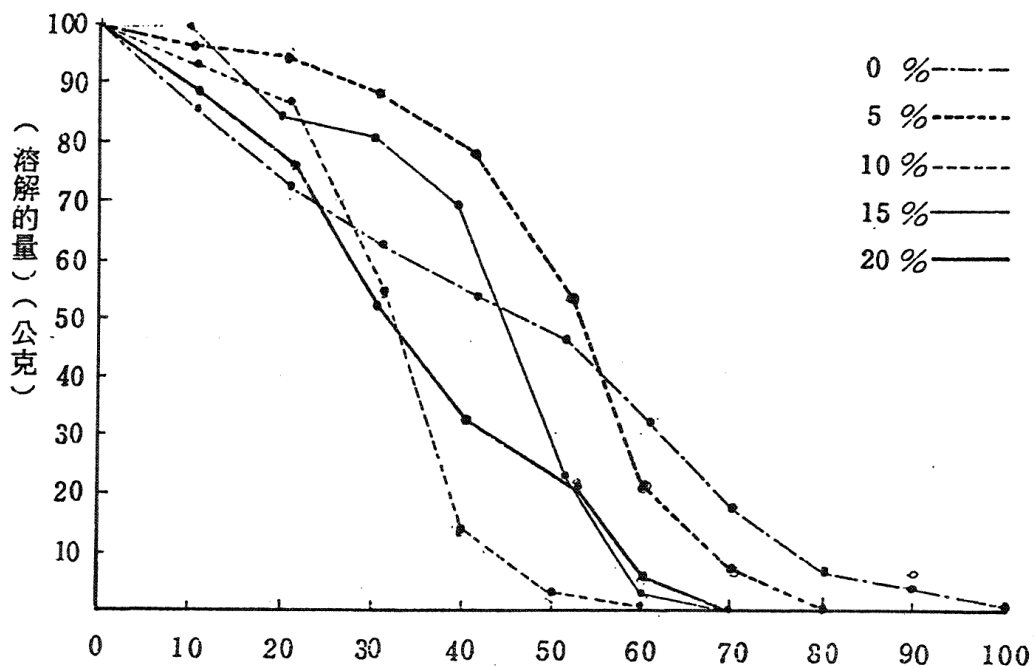
5.結論：融化最快的是鹽水，其次依序是醋、糖水、洗衣粉、硼酸水、自來水、牛奶、蘇打水，則融化最慢的是肥皂水。食鹽水結冰雖然慢，但融化的速度卻較快，而肥皂水結冰很快，但融化較慢。



(六) 實驗六：以不同濃度食鹽水結冰體比較，融化快慢是如何？

1. 實驗器材：五個塑膠杯、滴管一支、量筒一個、天平五座、砝碼五組。
2. 實驗過程：調製0%、5%、10%、15%、20%濃度的食鹽水放入冰箱，經過一天的時間結成食鹽凝固体後，放置天平網架，每隔十分鐘測量其融化後的剩餘固體量，並加以觀察記錄。
3. 實驗方法：操縱變因：不同的濃度 應變變因：融化的量 保持不變變因：①容器的大小②同一個冰箱③冰箱內的溫度④水的溫度⑤攪拌的程度

4. 圖表解釋：



5.結論：食鹽水的濃度愈高溶化愈快，濃度愈低則反之。

六、結論與心得

- (一)常見的水溶液，濃度相同時以含肥皂的溶液結冰較快，洗衣粉、自來水次之。
- (二)濃度愈高的肥皂水結冰愈快，愈低則結冰愈慢，但含鹽愈高的溶液結冰較慢，含鹽愈低或不含鹽結冰卻較快。
- (三)同濃度不同溶液結冰後，體積以糖水、自來水膨脹較多，油類結冰體積反而縮小。
- (四)不同材料的容器作結冰實驗以玻璃杯子結冰最快。
- (五)不同水溶液的結冰凝固體，濃度相同時以含肥皂水的融化最慢，含洗衣粉的結冰體次之。食鹽水做成的結冰凝固體，以濃度5%時融化的速度較慢。
- (六)在製作結冰時，若要快速完成，可以用玻璃製的容器來製作，若與食物無關，則可採用肥皂水來製作結冰較快，若與食用有關，則以自來水製作較恰當。肥皂水濃度愈高，結冰速度愈快，若欲使結冰凝固體保持愈久，融化較慢，則仍以肥皂水為最好；若以得到較佳透明度，則以採用5%食鹽水為宜。

七、參考資料

- (一)自然科學彩色辭典第四冊
- (二)物理奧妙第四冊
- (三)小實驗大啟發
- (四)中華兒童科學畫刊
- (五)科學的探討
- (六)錄影帶：小小科學家
- (七)科學教室

評語

從日常生活中所觀察的現象，選擇有趣的題目，探討水及多種液體的結冰，實驗方法正確，展示實驗的結果有很好的表現（例如各種液體結冰開始及完全冰凍的時間之比較圖）。