

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

■國中組 □普高組 □技高組 成果報告格式

題目名稱：結冰速率

一、摘要

本研究探討了不同溶質對水結冰速度的影響，特別是食鹽與砂糖在水中形成的溶液如何影響其凝固過程。我們透過實驗，將不同濃度的食鹽、砂糖及其混合物溶於水中，並在恆定低溫環境下冷凍，觀察 30 分鐘及 60 分鐘後的結冰狀況。實驗結果顯示，純水結冰最快，而隨著糖或鹽的加入，凝固點下降，導致結冰速度變慢。其中，糖水的影響較小，增加糖濃度後仍能較快結冰；鹽水則顯著降低凝固點，使水更難結冰。此外，糖鹽混合溶液的影響取決於鹽的比例，當鹽的濃度較高時，結冰速度明顯下降。

二、探究題目與動機

(一) 研究動機：

最近在網路上看到一個關於自製冰棒的既有趣又能吃的實驗，對於喜歡吃冰的我們來說，要是可以多加一些糖那冰棒就可以更好吃。這種往液體裡頭加入糖的行為讓我想到說段考題目的食鹽水溶液，於是我們便決定使用食鹽和砂糖作為溶解在水中的物質。

(二) 文獻探討：

在本研究中，我們探討了不同溶質（食鹽、砂糖）對水的結冰速度影響。為了更全面了解這一現象，我們參考了多篇相關文獻，並歸納其結果。

根據嘉義市第三十一屆中小學科學展覽的「保冷劑」研究，食鹽可以顯著降低水的冰點，從而影響結冰速率。研究指出，當水與鹽的比例為 100:4 時，溫度降幅最大，最適合作為保冷劑使用。這與我們的假設一致，即溶質濃度越高，結冰速度越慢。

與食鹽相比，糖對水的冰點影響較小。根據陳宜安與彭俊維（2014）在《冰冰有理——關於糖水結冰濃度梯度的研究》中提出的實驗結果，砂糖會降低水的冰點，但其作用遠不及食鹽顯著。此研究顯示，糖的主要影響是改變冰晶的形成方式，使其更均勻細緻，而非顯著降低結冰速率。

另一項食品科學研究表明，糖在冰淇淋製作中扮演關鍵角色。糖溶解於水後，可減少冰晶的生長，使冰品口感更滑順。因此，即使糖會影響水的結冰點，其影響幅度較低，並且主要影響結冰後的結構，而非結冰速率。

(三) 研究題目

比較不同溶質（糖、鹽）對水結冰速率的影響，提供更全面的分析。補充定量實驗數據，驗證不同濃度對結冰速率的影響。探討糖與鹽的交互作用，說明鹽的影響較糖更為顯著。糖的影響小於鹽，增加糖濃度仍可較快結冰。鹽顯著降低結冰速率，且濃度越高影響越大。糖鹽混合時，鹽的影響主導結冰速率。

三、探究目的與假設

(一) 探究目的：

探究砂糖與鹽對於水結冰現象的影響-

(二) 假設：

- 1.有溶質的溶液較純水結冰速率慢。
- 2.食鹽水溶液結冰速率較砂糖水溶液慢。
- 3.同時溶有食鹽以及砂糖的水溶液(食鹽、砂糖的百分比一樣)結冰速率比純水結冰速率慢。
- 4.食鹽對於水結冰現象的影響較砂糖顯著。

四、探究方法與驗證步驟

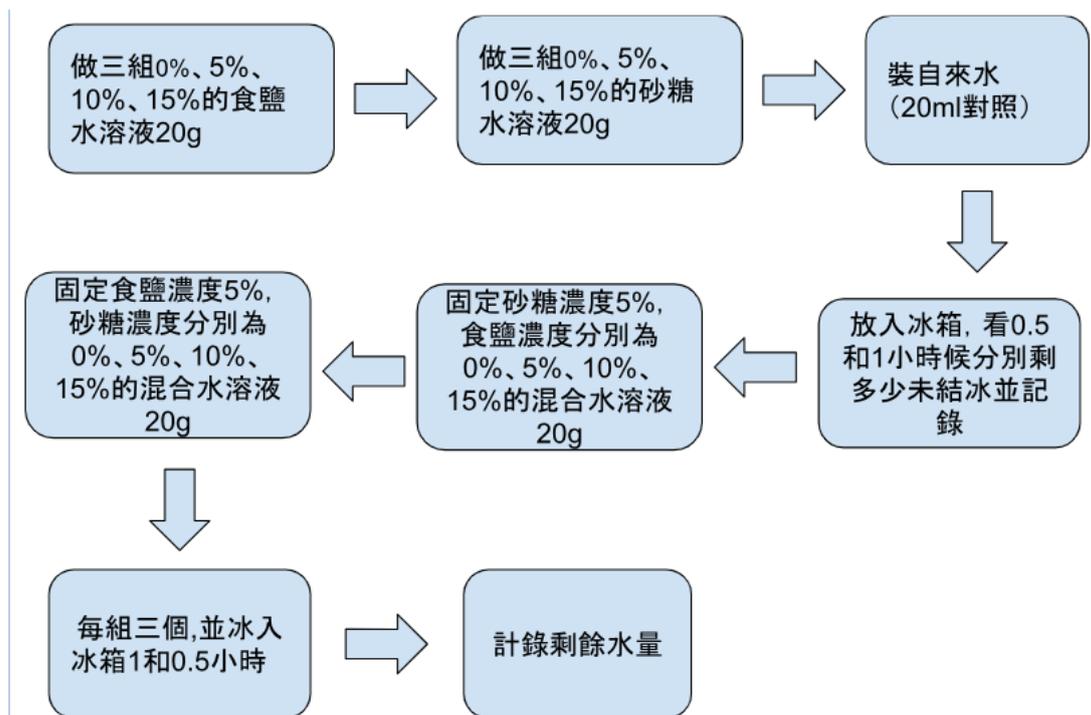
(一) 驗證步驟：

分別配製以下水溶液以測試不同溶質對水結冰現象的影響：

1. 0%、5%、10%、15% 食鹽水溶液 20g；
2. 0%、5%、10%、15% 砂糖水溶液 20g；
3. 固定砂糖濃度 5%，食鹽濃度分別為 0、5%、10%、15%的混合水溶液 20g；
4. 固定食鹽濃度 5%，砂糖濃度分別為 0、5%、10%、15%的混合水溶液 20g。
5. 對照組：不含溶質的純水 20g

將上述溶液置於冰箱冷凍庫，每半個小時觀察一次結冰情況，並測量未結冰的溶液體積，共觀察一個小時。

(二) 實驗流程圖：



圖一、實驗流程圖

控制變因：自來水量、冷凍庫溫度等

操縱變因：同溶質、不同公克和同公克、不同溶質

應變變因：不同溶液一小時後剩的溶液和不同公克一小時和半小時後剩的溶液

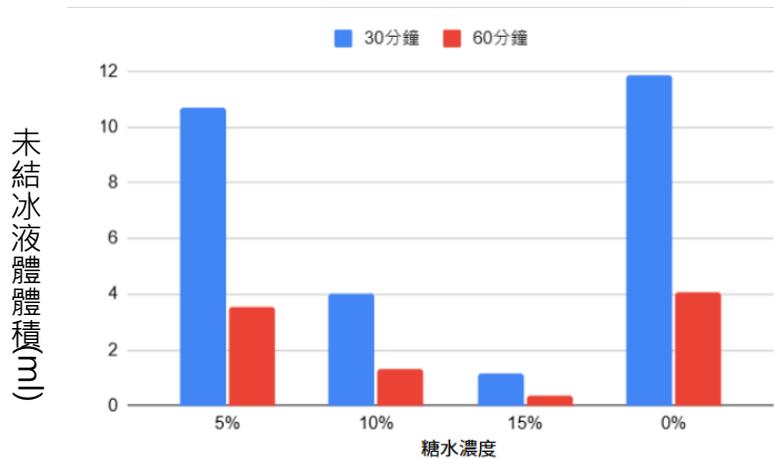
準備器具：自來水、食鹽、砂糖、溫度計、燒杯、量筒、冰箱

(三) 實驗結果

30 分鐘時，純水、5%糖水溶液、10%糖水溶液、15%糖水溶液未凝固的溶液體積分別為:12.2、10.7、4.0、1.2 ml

60 分鐘時，純水、5%糖水溶液、10%糖水溶液、15%糖水溶液未凝固的溶液體積分別為:4.5、1.8、0.2、0.0 ml

不論是哪一個時間點，隨著砂糖水溶液濃度提高，溶液結冰的速率增加，對照組的純水則是結冰速率最慢的。

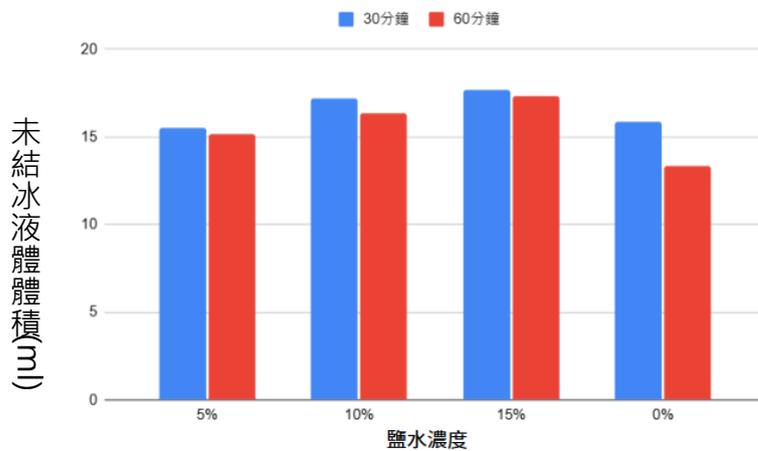


圖二、不同濃度的糖水結冰情況差異比較

30 分鐘時，純水、5%鹽水溶液、10%鹽水溶液、15%鹽水溶液未凝固的溶液體積分別為: 15.8、15.5、17.2、17.7 ml

60 分鐘時，純水、5%鹽水溶液、10%鹽水溶液、15%鹽水溶液未凝固的溶液體積分別為: 13.3、15.2、16.3、17.3 ml

30 分鐘時，食鹽水溶液濃度提高，溶液結冰的速率減少，對照組的純水則是比 5% 結冰速率慢的。60 分鐘時對照組的純水則是結冰速率最快的。

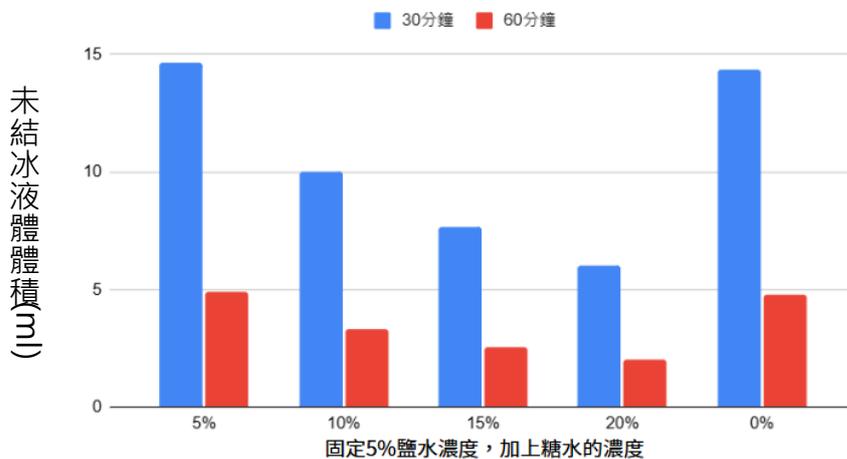


圖三、不同濃度的鹽水結冰情況差異比較

30 分鐘時，固定 5% 鹽水濃度，加上 0% 糖水溶液、5% 糖水溶液、10% 糖水溶液、15% 糖水溶液、20% 糖水溶液未凝固的溶液體積分別為: 14.3、14.7、10.0、7.7、6.0ml

60 分鐘時，固定 5% 鹽水濃度，加上 0% 糖水溶液、5% 糖水溶液、10% 糖水溶液、15% 糖水溶液、20% 糖水溶液未凝固的溶液體積分別為: 7.0、7.7、5.7、1.7、0.4ml

不論是哪一個時間點，隨著砂糖水溶液濃度提高，溶液結冰的速率增加，對照組的 5% 鹽水結冰速率則快於。



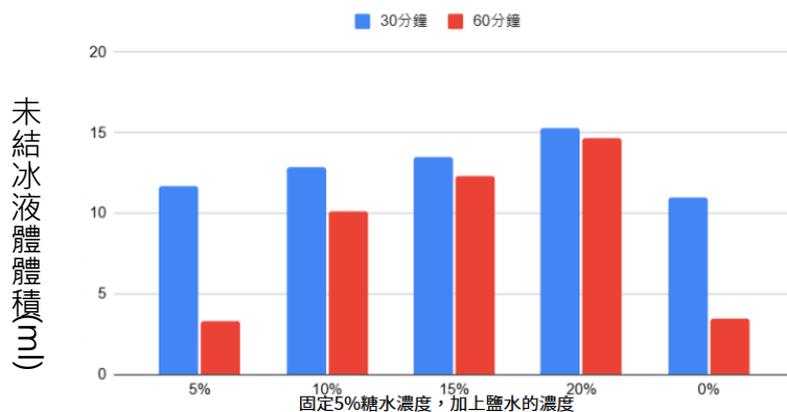
圖四、固定5%鹽水濃度，加上不同濃度的糖水結冰情況差異比較

30 分鐘時，固定 5% 糖水濃度，加上 0% 鹽水溶液、5% 鹽水溶液、10% 鹽水溶液、15% 鹽水溶液、20% 鹽水溶液未凝固的溶液體積分別為: 11.0、11.7、12.8、13.5、15.3ml

60 分鐘時，固定 5% 糖水濃度，加上 0% 鹽水溶液、5% 鹽水溶液、10% 鹽水溶液、15% 鹽水溶液、20% 鹽水溶液未凝固的溶液體積分別為: 3.3、3.5、10.2、12.3、

14.7ml

不論是哪一個時間點，隨著食鹽水溶液濃度提高，溶液結冰的速率間少，對照組的5%糖水則是結冰速率最快的。



圖五、固定5%糖水濃度，加上不同濃度的鹽水結冰情況差異比較

五、結論與生活應用

(一) 結論：

水中放入鹽的比例越高 越難結冰，水中加入糖的比例越高 越好結冰

1. 實驗研究顯示含砂糖溶質的水溶液結冰速率均較純水快
2. 食鹽水溶液結冰速率較砂糖水溶液慢
3. 同時溶有食鹽以及砂糖的水溶液(食鹽、砂糖的百分比一樣)結冰速率比純水結冰速率 慢。
4. 食鹽對於水結冰現象的影響較砂糖顯著。

(二) 生活應用：

在製作冰棒、冰淇淋等冷凍食品時，適量添加糖可以影響結冰速率。糖的存在有助於形成較小的冰晶，使冰品不會太硬。

透過這些文獻與實驗的結合，我們對水溶液的結冰現象有了更清楚的理解，這對食品科學、環境科學以及日常應用（如冰品製作與道路除冰）均具有參考價值。

參考資料

Dexit. (2014, July 1). 物理題：冰塊加鹽巴可極速冷凍，但可延長保鮮嗎？. Mobile01.

<https://www.mobile01.com/topicdetail.php?f=641&t=3972667>

官,陳,李&官雅貞. (2016, April 12). 冰與鹽之歌. 嘉義縣科學展覽會.

https://science.cyc.edu.tw/upfile/science105/work_files/13422793352787811097.pdf

陳宜安&彭俊維. (2014, August 26). 031625 冰冰有理—關於糖水結冰濃度梯度的研究. 國立臺灣科學教育館.

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/45/high/0316/031625.pdf>

Lu. (2013, March 11). 建立多樣性條件之結冰狀況的大數據資料庫 以高速預測超冰水瞬間結冰. 臺北市教育局 Mail2000 信箱.

<http://w4.hyps.tp.edu.tw/natu/www/science/10903.pdf>