

冰與鹽之歌

冰加鹽後的溫度變化

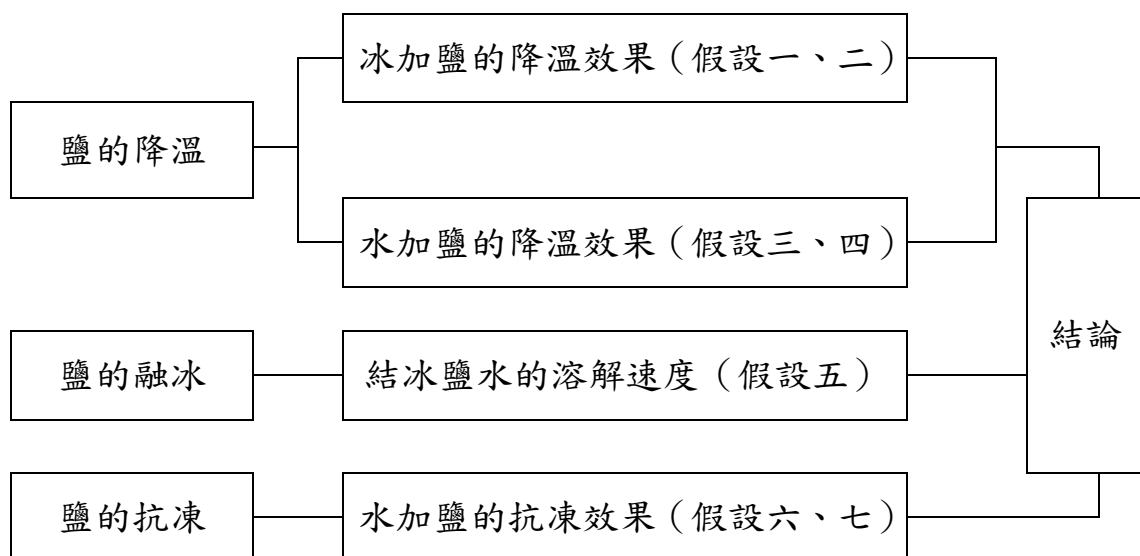
摘要

鹽真的是一種很神秘的東西，它可以降溫、抗凍還可以融冰，這幾個功能看來是格格不入，但是當我們針對鹽的降溫、抗凍、融冰的性質做實驗，並比對與其他物質與冰、水的作用，更比較鹽量多寡對於冰和水溫度的影響。結果發現冰確實有著降溫、抗凍、融冰的功能，只是鹽是針對不同的需求產生不同的效果，鹽灑在冰上可以使冰降溫，但是加了鹽的冰又比一般的冰更容易融解，等到變成鹽水之後又比一般的水不易結冰，所以鹽真是非常神奇的東西。

壹、研究動機

校外教學的時候，我們去參觀布袋的鹽山，解說的叔叔告訴我們下雪前在道路灑鹽可以防止路面結冰，加在雪上又可以讓雪融化；但是記得三年級的自然與生活科技領域課程裡，有一個把鹽灑在冰塊上，可以讓果汁結凍的實驗。這幾個現象互相矛盾，到底鹽能使冰容易融解？是使水容易結冰？還是使水不容易結冰？搞不清楚？？？所以我們決定做實驗來解決心中的疑惑。

貳、研究目的



參、研究設備器材

水、燒杯、量筒、溫度計、上皿天平、碼錶、冰塊、鹽（精鹽）、糖、肥料（尿素）、克潮靈、味素。

肆、研究過程及結果

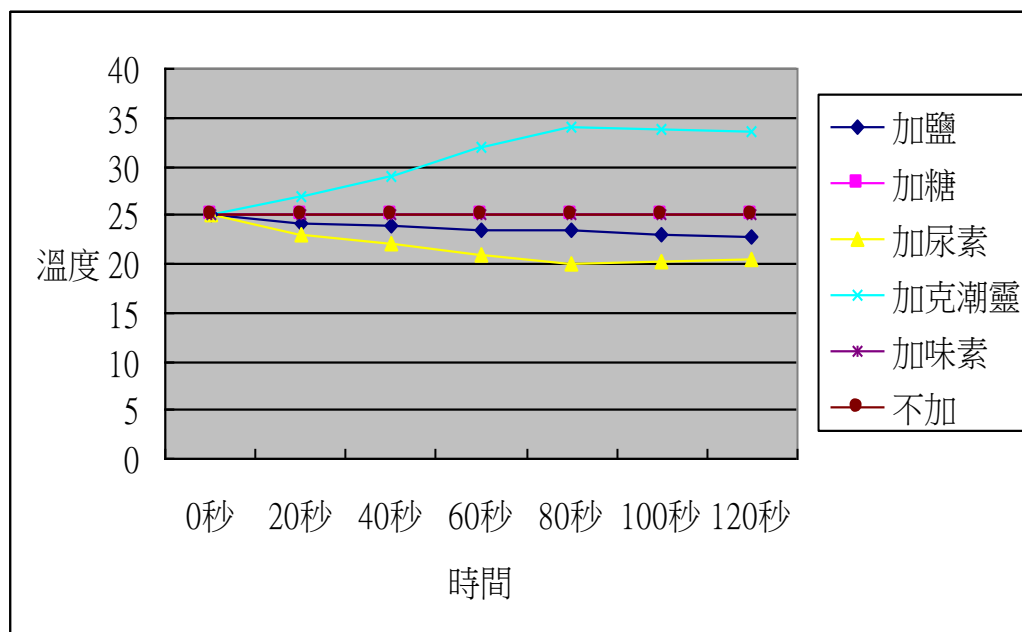
假設（一）：只有鹽對水能降低其溫度。

實驗步驟：20克的精鹽、糖、肥料（尿素）、克潮靈、味素加入

80 cc的水中，用碼錶測量時間與觀察溫度的改變。

結果：

時間 變因	0 秒	20 秒	40 秒	60 秒	80 秒	100 秒	120 秒
加鹽	25	24.1	23.9	23.5	23.4	23	22.7
加糖	25	25	25	25	25	25	25
加尿素	25	23	22	21	20	20.2	20.5
加克潮靈	25	27	29	32	34	33.8	33.5
加味素	25	25	25	25	25	25	25
不加	25	25	25	25	25	25	25



- (1) 加鹽的水：鹽對水有些微的降溫效果，約可降 2 度。
- (2) 加糖的水：溫度沒有任何變化。
- (3) 加尿素的水：尿素對水有些微的降溫效果，約可降 5 度。
- (4) 加克潮靈的水：克潮靈對水有顯著的加溫效果，約上升 10 度。
- (5) 加味素的水：味素對水的溫度沒有影響。
- (6) 不加任何東西的水：溫度沒有任何變化。

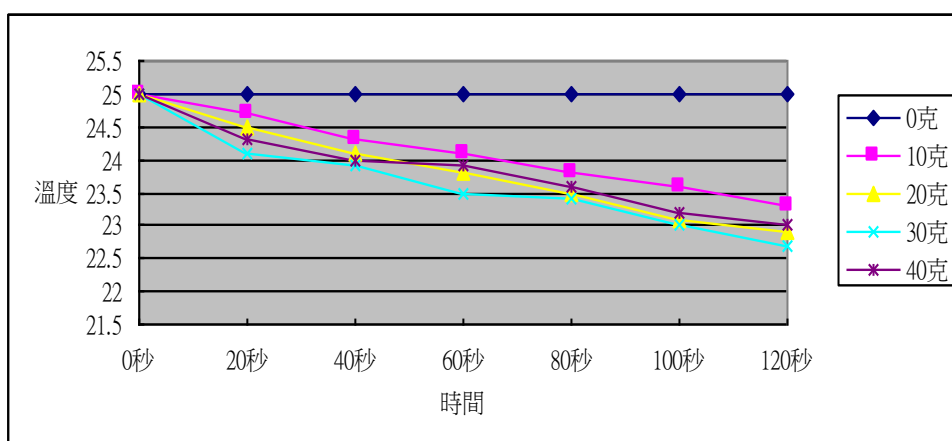
小結：「只有鹽對水能降低其溫度」的假設不成立。其他的物質溶於水後也能降低水的溫度，如尿素，甚至有可以升高水的溫度的物質，如克潮靈。

假設（二）：鹽加入水中越多，越會使水溫降低。

實驗步驟：在溫度相同的情況下，混合 0 克 的鹽 + 100 cc 的水、10 克 的鹽 + 90 cc 的水、20 克 的鹽 + 80 cc 的水、30 克 的鹽 + 70 cc 的水、40 克 的鹽 + 60 cc 的水，用碼錶測量時間與觀察溫度變化。

結果：

	0 秒	20 秒	40 秒	60 秒	80 秒	100 秒	120 秒
0 克	25	25	25	25	25	25	25
10 克	25	24.7	24.3	24.1	23.8	23.6	23.3
20 克	25	24.5	24.1	23.8	23.5	23.1	22.9
30 克	25	24.1	23.9	23.5	23.4	23	22.7
40 克	25	24.3	24	23.9	23.6	23.2	23





(1) 不加鹽的水在我們觀察 120 秒的期間內都保持在 25°C 。

(2) 30 克的鹽 + 70 cc 的水這一組所降的溫度比其他組快，但是其實差異不大。

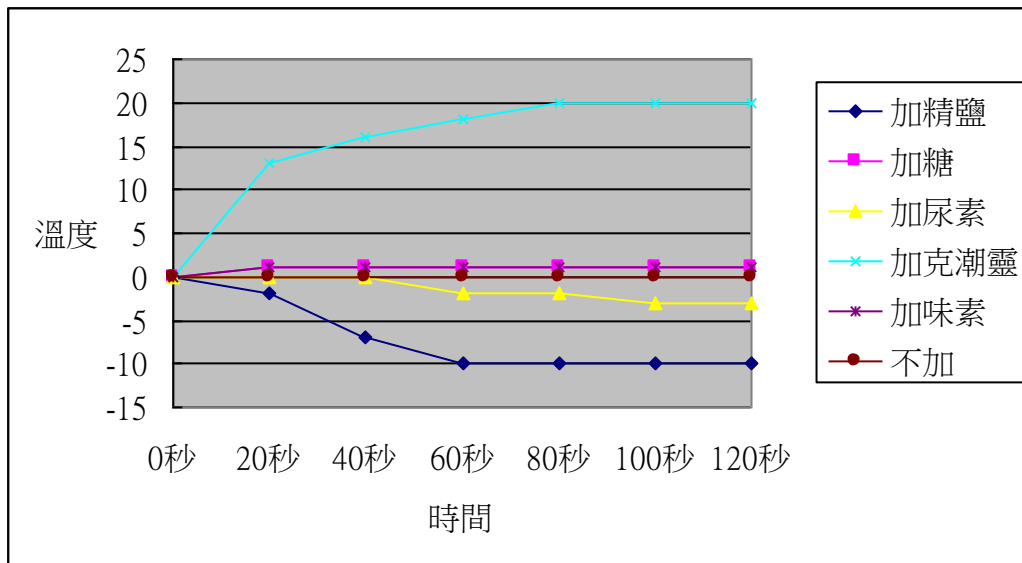
小結：「鹽加入水中越多，會使水溫降低」的假設不成立，雖然差異不大，但是 30 克鹽 + 70 cc 水這一組所降的溫度比其他組快。

假設 (三)：只有鹽才能降低冰的溫度。

實驗步驟：將 20 克的鹽、糖、肥料 (尿素)、克潮靈、味素、分別加入 80 克冰中，對照組為不加任何東西的 100 克冰。用碼錶測量時間與觀察溫度的改變。

結果：

時間 變因	0 秒	20 秒	40 秒	60 秒	80 秒	100 秒	120 秒
加精鹽	0	-2	-7	-10	-10	-10	-10
加糖	0	1	1	1	1	1	1
加尿素	0	0	0	-2	-2	-3	-3
加克潮靈	0	13	16	18	20	20	20
加味素	0	1	1	1	1	1	1
不加	0	0	0	0	0	0	0



- (1) 加鹽的冰：鹽對冰有顯著的降溫效果，約可降 10 度以上。
- (2) 加糖的冰：糖對冰的溫度沒有影響，上升 1 度應該是加進去的糖原本就比冰的溫度高。
- (3) 加尿素的冰：尿素對冰有些微的降溫效果，約可降 3 度以上。
- (4) 加克潮靈的冰：克潮靈對冰有顯著的加溫效果，約上升 20 度。
- (5) 加味素的冰：味素對冰的溫度沒有影響。上升 1 度應該是加進去的味素原本就比冰的溫度高。
- (6) 不加任何東西的冰：溫度沒有任何變化。

小結：「只有鹽才能降低冰的溫度」的假設不成立。其他的物質加於冰中也能降低冰的溫度，如尿素。但是加鹽的效果較好。另外也

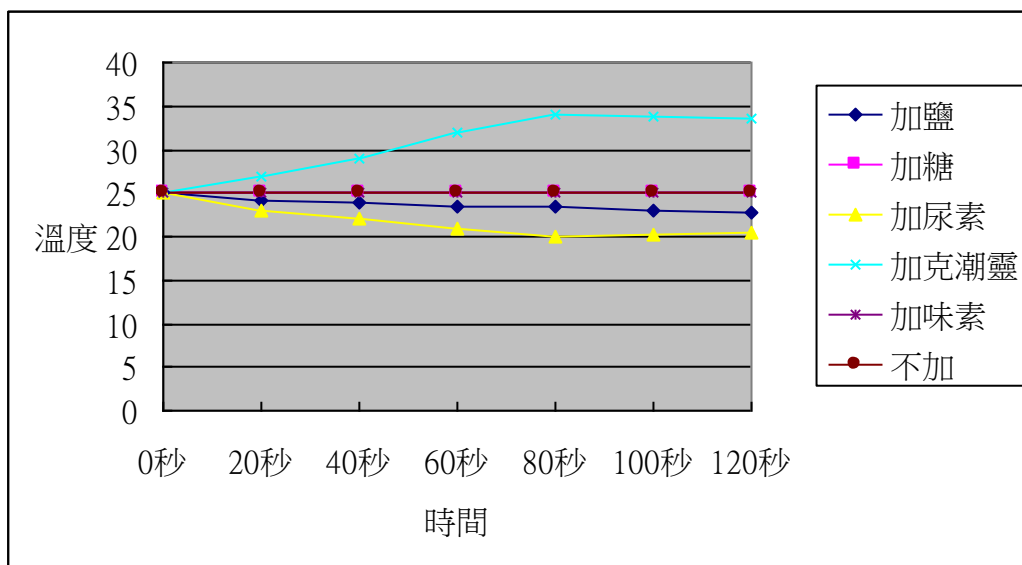
有可以升高冰的溫度的物質，如克潮寧。

假設（四）：冰和越多的鹽混合越能使水溫降低。

實驗步驟：混合 0 克的鹽 + 100 cc 的冰、10 克的鹽 + 90 cc 的冰、20 克的鹽 + 80 cc 的冰、30 克的鹽 + 70 cc 的冰、40 克的鹽 + 60 cc 的冰，並用碼錶測量時間與觀察溫度變化。

結果：

	0 秒	20 秒	40 秒	60 秒	80 秒	100 秒	120 秒
0 克	0	0	0	0	0	0	0
10 克	0	-2	-5	-7	-7	-7	-7
20 克	0	-2	-7	-10	-10	-10	-10
30 克	0	-4	-8	-11	-11	-11	-11
40 克	0	-3	-7	-10	-10	-10	-10



(1) 不加鹽的冰在我們觀察 120 秒的期間內都保持在 0°C。

(2) 鹽對冰有顯著的降溫效果，尤其 40 秒後溫度更是急劇下降，一分鐘後更降至零下 10 度以下，60 秒後溫度不再下降。

(3) 不加鹽的冰溫度一直維持在 0°C。加鹽越多的冰在 40 秒時，溫度降的越多，但是超過 30 克時，降溫的幅度就不再增加。

小結：「冰和越多的鹽混合越能使水溫降低」的假設不成立，30 克鹽 + 70 cc 水這一組所降的溫度雖比其他組快。但與 20 克鹽 + 80 cc 水這組與 40 克鹽 + 60 cc 水這組的差異不大。

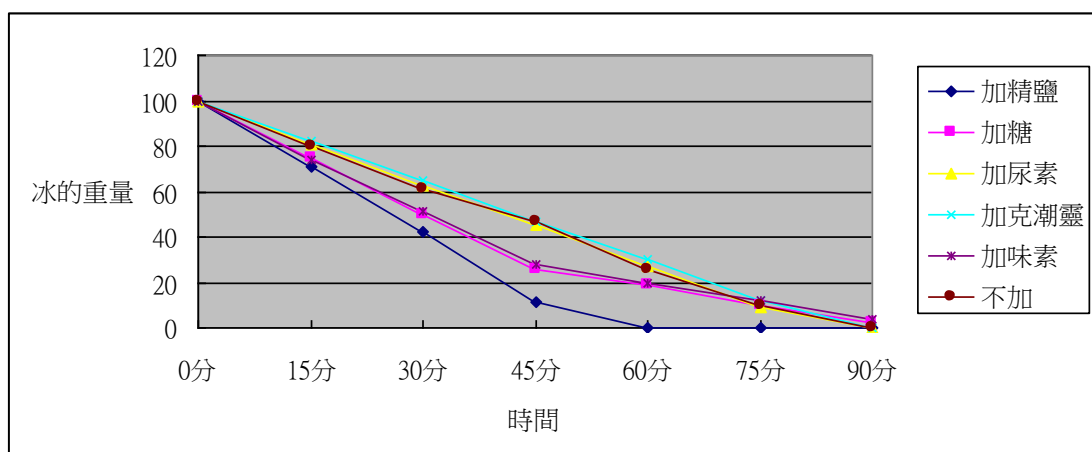
假設（五）：結冰的鹽水與其它冰比較最慢融化。

實驗步驟：將 20 克的鹽、糖、肥料（尿素）、克潮靈、味素、分別加入 80cc 水中，對照組為不加任何東西的 100cc 克冰，一起放入冰箱讓它們結冰後取出，用碼錶測量時間比較融化的快慢。

結果：

時間 變因	0 分	15 分	30 分	45 分	60 分	75 分	90 分
加精鹽	100	71	42	11	0	0	0
加糖	100	75	50	26	19	10	2
加尿素	100	81	63	45	27	9	0
加克潮靈	100	82	65	47	30	12	0
加味素	100	74	51	28	20	12	4
不加	100	80	61	47	26	10	0

單位：克





- (1) 結凍的鹽水：第二快開始融化，但是最快完全融化，冰塊一直保持鬆鬆碎碎的狀態。
- (2) 結凍的糖水：融化的速度中等。
- (3) 結凍的尿素水：第三快開始融化，融化速度卻跟清水一樣是最慢，而且尿素的顆粒沉澱在冰塊下層。
- (4) 結凍的克潮靈水：最快開始融化，但最後是第二快完全融化。
- (5) 結凍的味素水：融化的速度中等。
- (6) 結凍的清水：與尿素水一樣融化最慢，而且冰塊呈現堅硬的透明狀。

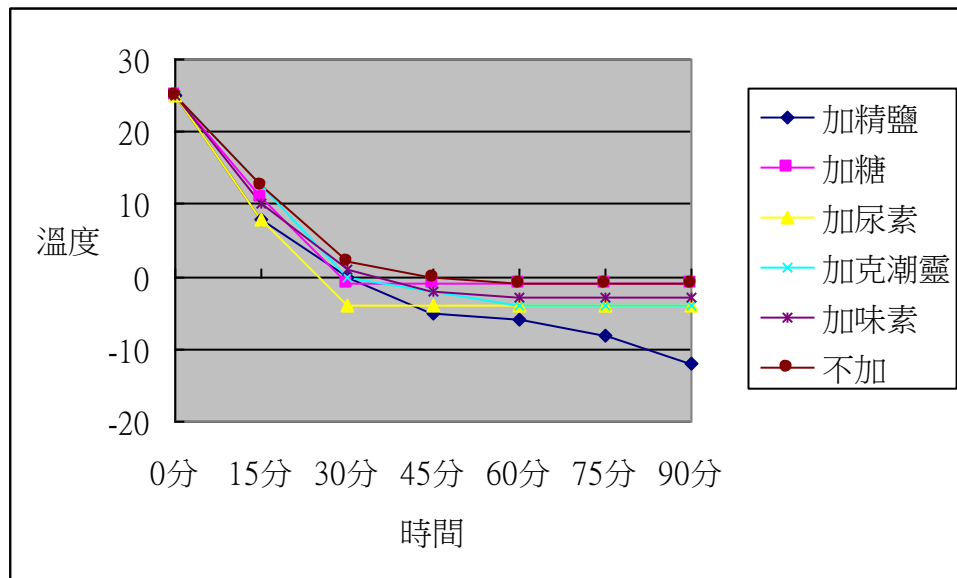
小結：「結冰的鹽水與其它冰比較最慢融化」的假設不成立。由慢至快分別是尿素＞清水＞味素水＞糖水＞克潮寧＞鹽水。

假設（六）：鹽水與其它水比較最慢結凍。

實驗步驟：將 20 克的鹽、糖、肥料（尿素）、克潮靈、味素、分別加入 80cc 的水中，對照組為不加任何東西的 100cc 的水，一起放入冰箱中，用碼錶測量時間比較結冰的快慢。

結果：

時間 變因	0 分	15 分	30 分	45 分	60 分	75 分	90 分
加精鹽	25	8	0	-5	-6	-8	-12 開始結冰
加糖	25	11	-1	-1 開始結冰	-1	-1	-1
加尿素	25	8	-4	-4 冰量較多	-4	-4	-4
加克潮靈	25	12.5	0	-2	-4 開始結冰	-4	-4
加味素	25	10	1	-2 冰量最多	-3	-3	-3
不加	25	12.5	2	0 開始結冰	-1	-1	-1



- (1) 鹽水：90 分時-12°C時開始結冰，最慢結冰。
- (2) 糖水：45 分時-1°C開始結冰，結冰的速度中等。

(3) 尿素水：45 分-4℃開始結冰，冰量只少於味素水，因此結冰的速度是第二快。

(4) 克潮靈水：60 分時-4℃才開始結冰，結冰的速度只快於鹽水。

(5) 味素水：45 分時-2℃已有最多量的冰，結冰的速度最快。

(6) 清水：60 分時 0℃開始結冰，結冰的速度中等。

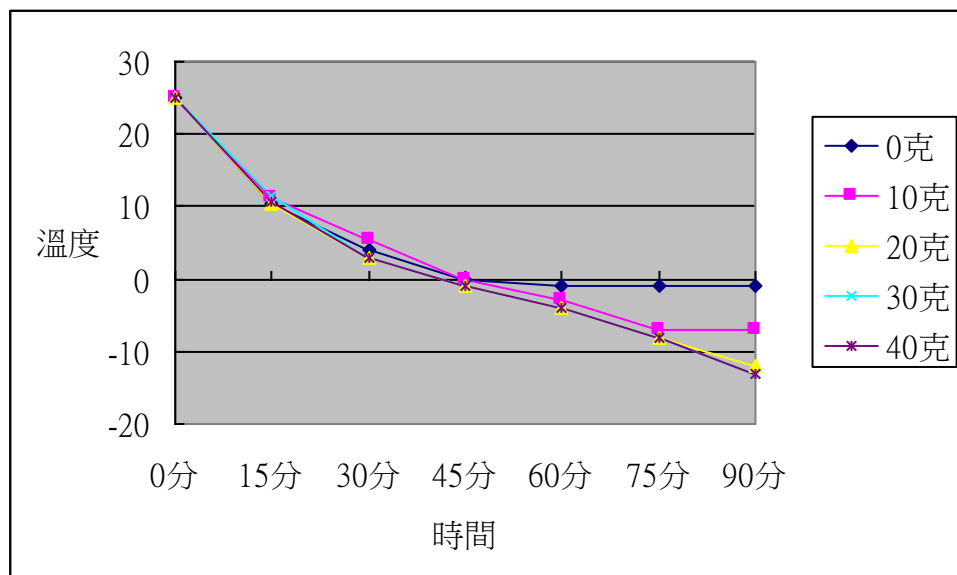
小結：「鹽水與其它水比較最慢結凍」的假設成立。由快至慢分別是味素>尿素>糖水>清水>克潮寧>鹽水。

假設（七）：鹽水的濃度越高越不容易結冰。

實驗步驟：混合 0 克的鹽+100 cc的水、10 克的鹽+90 cc的水、20 克的鹽+80 cc的水、30 克的鹽+70 cc的水、40 克的鹽+60 cc的水，一起放入冰箱中，用碼錶測量時間比較結冰的快慢。

結果：

	0 分	15 分	30 分	45 分	60 分	75 分	90 分
0 克	25	10.5	4	0 開始結冰	-1	-1	-1
10 克	25	11.2	5.5	0	-3	-7 開始結冰	-7
20 克	25	10.5	3	-1	-4	-8	-12 開始結冰
30 克	25	11.5	3	-1	--4	--8	-13
40 克	25	10.7	3	-1	-4	-8	-13





- (1) 不加鹽的水在 45 分時 0°C 開始結冰，至九十分都保持 -1°C 。
- (2) 10 克的鹽 + 90 cc 的水在 75 分 -7°C 時開始結冰，至九十分都保持 -7°C 。
- (3) 20 克的鹽 + 80 cc 的水在 90 分 -12°C 時開始結冰。
- (4) 30 克的鹽 + 70 cc 的水和 40 克的鹽 + 70 cc 的水在 90 分時還未結冰。

小結：「鹽水的濃度越高越不容易結冰」的假設成立。在結冰時的溫度並不持續下降，而是等到結冰完成之後才下降溫度。由快至慢分別是 $0\% > 10\% > 20\% > 30\% > 40\%$ 。

伍、討論

- (一)「只有鹽對水能降低其溫度」的假設不成立。雖然鹽確實能降低水的溫度，但是肥料、糖也會讓水降溫，而且鹽能降低的溫度不多。因此許多不同物質可能因成分不同，會讓水加降溫，甚至會讓水加溫，像克潮靈。
- (二)「鹽加入水中越多，會使水溫降低」的假設不成立。鹽水在 30% 最能降低水溫，太多或太少反而降溫的效果不好。
- (三)「只有鹽才能降低冰的溫度」的假設不成立。雖然鹽確實能降低冰的溫度，而且效果也最好，但是肥料會讓冰降溫。相反的克朝零卻會讓冰的溫度大幅提升，蠻特殊的。
- (四)「冰和越多的鹽混合越能使水溫降低」的假設不成立，30 克鹽 + 80 cc 水這一組所降的溫度最多。但與 20 克鹽 + 70 cc 水這組與 40 克鹽 + 60 cc 水這組的差異不大。

(五)「結冰的鹽水與其它冰比較最慢解凍」的假設不成立。由快至慢分別是尿素>清水>味素水>糖水>克潮寧>鹽水。因此結冰的鹽水是最容易解凍的。

(六)「鹽水與其它水比較最慢結凍」的假設成立。由快至慢分別是味素>尿素>糖水>清水>克潮寧>鹽水。

(七)「鹽水的濃度越高越不容易結冰」的假設成立。由快至慢分別是 0%>10%>20%>30%>40%。30%與 40%的鹽水到最後還是能夠結冰，到最後所有的溫度計都停留在-22℃，0%、10%、20%的鹽水在結冰時的溫度並不持續下降，而是等到結冰完成之後才下降溫度。

陸、結論：

(一) 在水和冰加入鹽都會使水溫下降，而且是在 30%最能降低水溫和冰溫，但是在水中降溫的幅度較小。

(二) 鹽水結冰時解凍的速度很快，所以在雪中加上鹽確實可以讓雪融化。

(三) 鹽水結凍的速度非常慢，而且鹽水濃度越高，越不容易結冰。

(四) 綜上所述，鹽真的可以同時達到降溫、融冰和抗凍的效果。因此，我們根據實驗結果假設在戶外-5℃時雪並不會融化，但在雪上灑鹽可以讓雪的溫度立刻下降到-12 度左右（降溫），當氣溫上升將加鹽的雪的溫度提高到-7℃時，卻能比原本的-5℃的雪先融化，這樣就可以在原本不會將雪溶化的氣溫下將雪融化了（融雪）。接下來當加鹽的雪融化成鹽水後，又因為它所需結冰的溫度較低，所以天氣必須在-5℃時才會結冰（抗凍）。

(五) 所以說，鹽與冰之歌，使加鹽的冰更能讓人類在生活上更便利，您真是神奇的東西啊！

柒、檢討

(一) 在 5℃~95℃的水溫控制方面並不是很容易，花了許多

時間在這邊，但也培養我們耐心與毅力，彼此感情增進不少。

(二) 雖然這次實驗有意想不到的結果，但因我們設備有限，無法取得更精密的儀器來測量，所以希望以後能增添更好的設備，再有更多、更深入的發現。

捌、參考資料

- (一) 小牛頓科學百科(4)- 牛頓出版 P、152
- (二) <http://www.tsicorp.com.tw/> (台鹽實業股份有限公司)
- (三) 搖搖冰 (xx國小提供)
- (四) 丁生上課實驗報告
- (五) 第三十八屆科展優勝作品專輯
- (六) 21 世紀兒童百科 牛頓出版 P、252~253
- (七) 中國兒童大百科全書 嘉義明山書局 P、199~200