

請依下列清單檢查桌面陳列的藥品及器材

實驗器材

藥品：

1. 冰塊一盆
2. 食鹽一袋
3. 50mL 純水盛裝於 100mL 燒杯中
4. 50mL X 水溶液盛裝於 100mL 燒杯中

器材：

1. 500mL 燒杯兩個
2. 25mL 量筒一個
3. 中試管兩支
4. 大試管一支
5. 30cm 不鏽鋼絲一支
6. 塑膠滴管兩支
7. 塑膠湯匙一支
8. 碼錶一只
9. 電子溫度計一支

未知物分子量的測定

測定分子量的方式有很多種，其中一種方法是藉由測量水溶液的凝固點，即可推估溶質的分子量。已知水溶液的凝固點會低於純水的凝固點，而且水溶液濃度愈大，凝固點愈低。根據拉午耳定律推導，非揮發性非電解質溶質溶於溶劑中，所形成的溶液其濃度與凝固點下降度數的關係式為：

$$\Delta T_f = K_f \cdot C_m$$

ΔT_f ：溶液的凝固點下降度數（ $\Delta T_f = \text{溶劑凝固點} - \text{溶液凝固點}$ ）

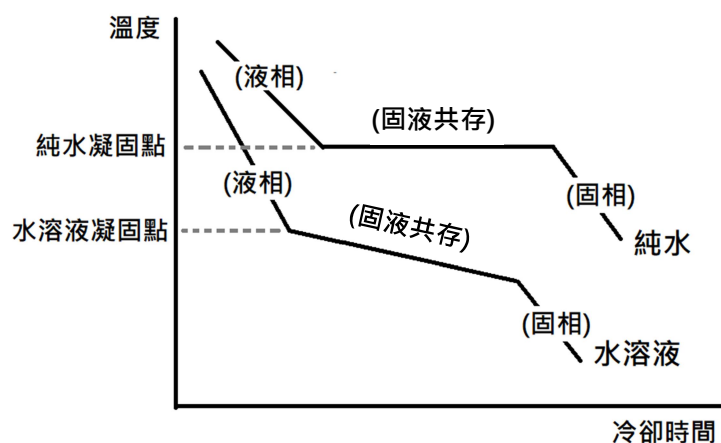
K_f ：溶劑的莫耳凝固點下降常數（ K_f 隨溶劑種類而異，水的 K_f 為 1.86°C/m ）

C_m ：重量莫耳濃度（定義：每公斤溶劑中所含的溶質莫耳數， $C_m = \frac{\text{溶質莫耳數}}{\text{溶劑重(kg)}}$ ）

本實驗以水作為溶劑，溶質性質為非揮發性非電解質，請依下列步驟，完成各圖表，最後求出 X 水溶液中溶質的分子量。

利用冷卻曲線求得凝固點

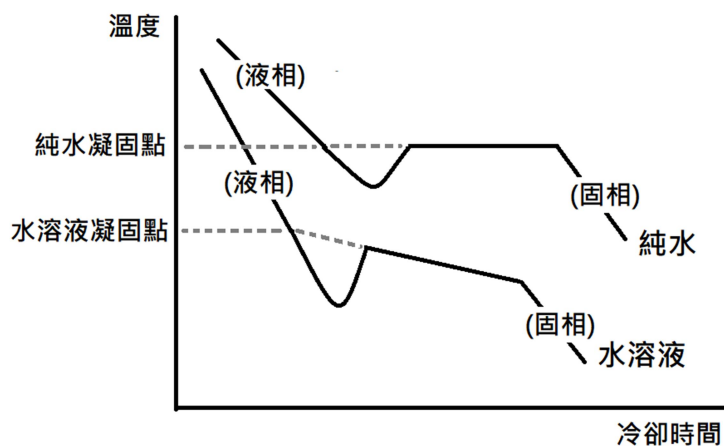
1. 無過冷現象



說明：

水溶液的凝固點為剛開始凝固的溫度。

2. 過冷現象：溫度低於凝固點，液體尚未凝固之現象。



說明：

發生過冷現象時，將固液共存的直線延伸至液相線，水平對應的溫度即為凝固點。

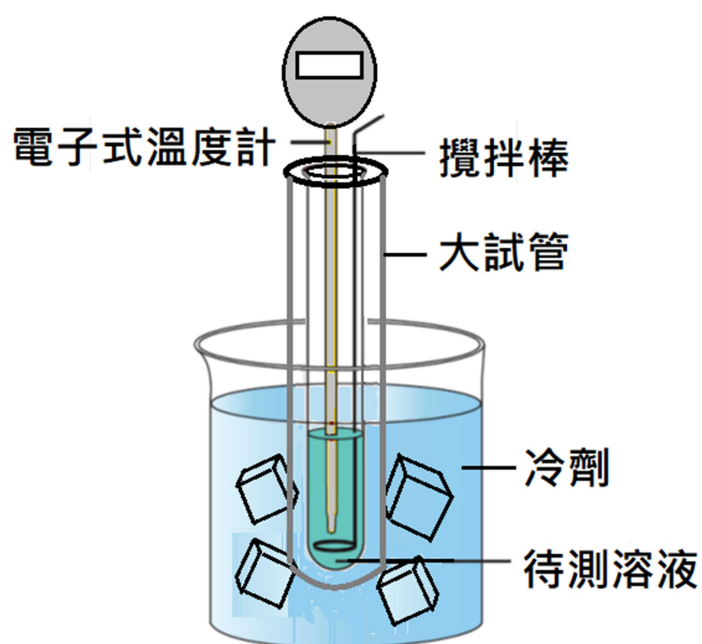
實驗步驟

一、製作冷劑

桌上有冰塊和食鹽，請自行調整比例，將冷劑放入 500mL 的燒杯中。

二、測量純水的凝固點

1. 取一中試管，倒入 15mL 純水，並置入電子式溫度計和攪拌棒（不鏽鋼絲），再將中試管套入空的大試管中，最後浸泡在裝有冷劑的燒杯，如下圖所示。



2. 當中試管內的溫度低於 10°C 時開始記錄，每隔 30 秒記錄溫度一次，直到大部分水凝固即可停止記錄（或直到溫度維持恆定 2~3 分鐘）。紀錄期間，要不停攪動攪拌棒。
3. 以時間為橫坐標、溫度為縱坐標，將所得數據繪製於方格紙中，由冷卻曲線求出純水的凝固點。

三、測量 X 水溶液的凝固點

1. 另取一中試管，在中試管中倒入 15mL X 水溶液，重複上述實驗步驟 1~3，由所得之冷卻曲線求出 X 水溶液的凝固點。
- 。

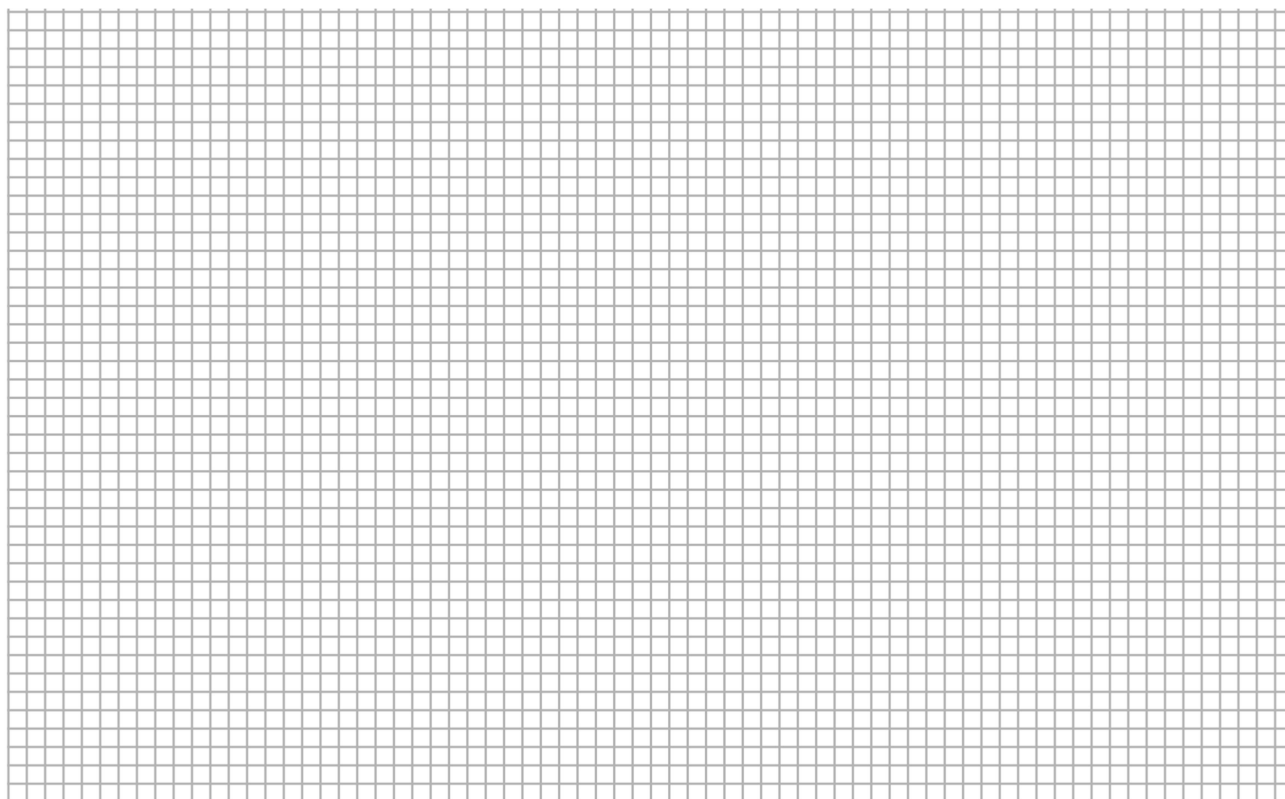
實驗記錄

1. 測定純水的凝固點 (低於 10°C 開始記錄，每隔 30 秒記錄一次) (10%)

冷劑初始溫度：_____ 紀錄結束時冷劑溫度：_____

測定次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
溫度(°C)										
測定次序	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
溫度(°C)										
測定次序	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
溫度(°C)										
測定次序	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
溫度(°C)										
測定次序	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
溫度(°C)										
測定次序	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
溫度(°C)										
測定次序	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
溫度(°C)										

- 作圖時，請確實標示出座標軸之數值



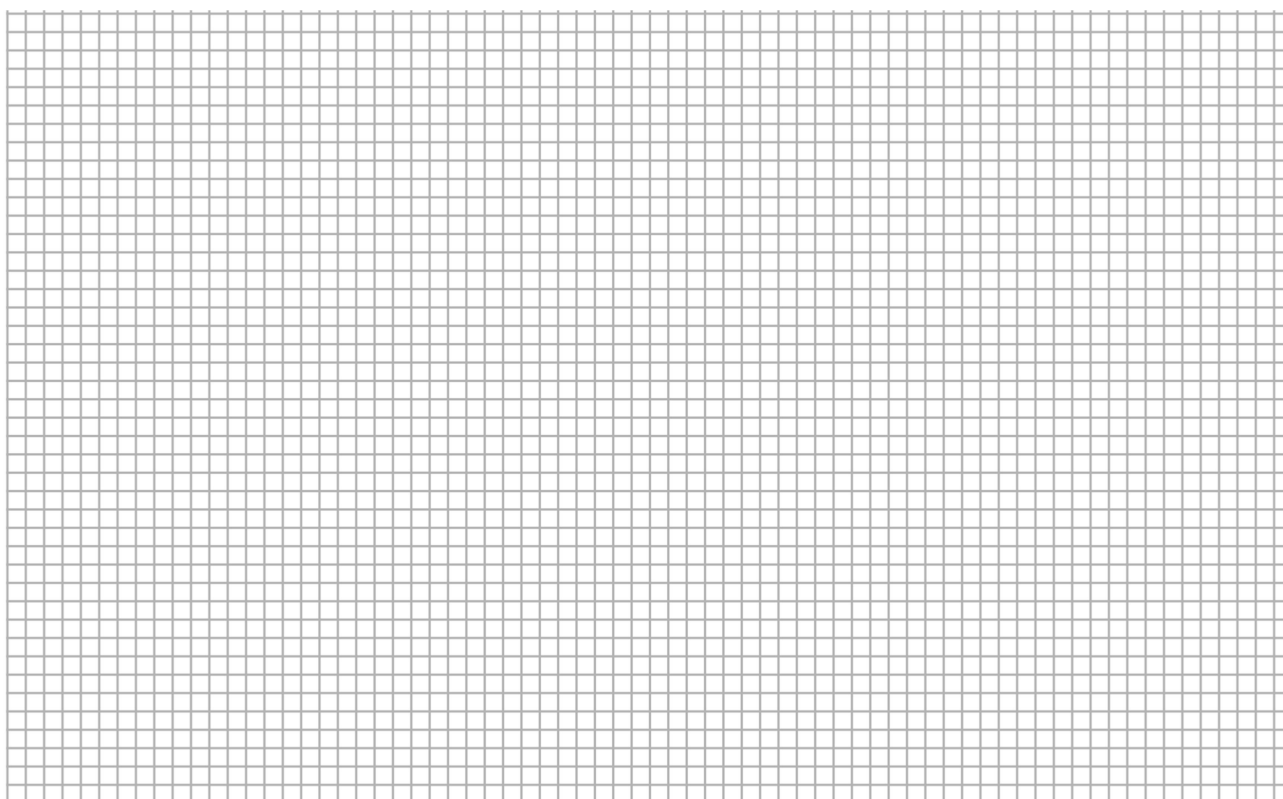
由圖形得知純水凝固點 $t_1 =$ _____

2. 測定 X 水溶液的凝固點 (低於 10°C 開始記錄, 每隔 30 秒記錄一次) (10%)

冷劑初始溫度：_____ 紀錄結束時冷劑溫度：_____

測定次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
溫度(°C)										
測定次序	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
溫度(°C)										
測定次序	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
溫度(°C)										
測定次序	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
溫度(°C)										
測定次序	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
溫度(°C)										
測定次序	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
溫度(°C)										
測定次序	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
溫度(°C)										

- 作圖時，請確實標示出座標軸之數值



由圖形得知 X 水溶液的凝固點 $t_2 =$ _____

實驗結果與延伸問題

1. 純水的凝固點 $t_1 =$ _____ $^{\circ}\text{C}$ (5%)
2. X 水溶液的凝固點 $t_2 =$ _____ $^{\circ}\text{C}$ (5%)
3. X 水溶液的凝固點下降度數 = _____ $^{\circ}\text{C}$ (5%)
4. 已知 X 水溶液是由 9 克溶質溶於 50 毫升純水所配製而成，請根據實驗結果，求出該溶質的分子量。(注意：需列出完整計算式) (10%)

5. 由於電解質會解離，使的溶液中的粒子數增加，因此電解質溶液的凝固點下降度數公式須修正為： $\Delta T_f = K_f \cdot C_m \cdot i$

其中， i 稱為凡特何夫因數，定義為 $i = \frac{\text{解離後所有粒子總莫耳數}}{\text{解離前溶質的莫耳數}}$

假設氯化鈉在水中完全解離，且其溶解度約為 36.0g/100g H_2O 。則利用食鹽和冰塊所配製成的冷劑，最低可降至若干 $^{\circ}\text{C}$ ？(注意：需列出完整計算式)(原子量：Na=23，Cl=35.5) (10%)

6. 實驗室中的純水有兩種，分別是蒸餾水和 RO 水，請說明這兩種純水的製造原理。(10%)

7. (1)為甚麼在高山用茶壺煮水，未達 100°C 水就沸騰了？ (5%)

(2)實際上要如何操作才可提高水的沸點？ (5%)

8. 小明煮了一鍋熱騰騰的火鍋湯，蓋上鍋蓋後端到餐桌上，這時同學小軒來電討論功課，一段時間後，小明再回到餐桌準備大快朵頤，結果發現鍋蓋好像被鍋子吸住，竟然打不開了？！

(1)請解釋為何有此現象？ (5%)

(2)有甚麼方法可以輕易地再打開鍋蓋呢？ (5%)

9. 降溫可以讓水結冰固化，但有些固化現象可以不是因為降溫而發生。請舉出三個例子，並簡述原因。(可由日常生活或曾經做過的實驗聯想) (15%)