

實作主題：食鹽水的密度測量與濃度分析

【情境】

食鹽是廚房中常見的調味料，亦是人體中不可或缺的電解質。不同濃度的食鹽水可用在不同的用途上，比方說：飽和食鹽水可用來醃漬鹹鴨蛋，但隱形眼鏡的人會需要點生理食鹽水以維持眼球表面的濕潤。不同濃度的食鹽水其濃度與密度是否有相關性呢？我們是否可利用密度的變化得知飽和食鹽水的濃度呢？我們是否可以利用量測密度的方式標定未知濃度食鹽水的濃度呢？

【藥品與器材清單】

藥品名稱	數 量	藥品名稱	數 量
自來水	各組水龍頭	氯化鈉晶體（食鹽）	全班共用

盆中器材名稱	數 量	盆中器材名稱	數 量
燒杯（50 mL）	1 個/組	容量瓶（10 mL）	1 個/組
燒杯（100 mL）	1 個/組	塑膠量筒（25mL）	1 支/組
錐形瓶（50 mL）	1 個/組	塑膠滴管（3 mL、帶刻度）	1 台/組
玻棒	1 支/組		

額外待發器材名稱	數 量	額外待發器材名稱	數 量
天平（三樑）	1 台/組	滴定管架	1 支/組
滴定管夾	1 個/組	鹼式滴定管（50 mL）	1 支/組
吸量管（25 mL）	1 支/組	安全吸球	1 個/組
溫度計	1 支/組		

共用器材名稱	數 量	注意事項：
電子天平	5 台/實驗室	電子天平僅准使用於食鹽秤重使用，電子天平絕對不准秤量水溶液的重量

【探究與實作】

1. 配製重量百分濃度分別為：0%(蒸餾水)、10%、15%、20%、25%、30%、35%之食鹽水溶液。(若有沉澱請小心傾析以取其澄清溶液，此澄清溶液依序稱為溶液甲、乙、丙、丁、戊、己、庚，且配製完成之澄清溶液至少要有 100 克)
2. 以容器量取溶液體積並秤量其質量，將其體積與質量記錄下來。
3. 重複 2. 步驟，測量不同濃度之溶液(建議由低濃度往高濃度操作)，記錄其質量並推算密度。
4. 討論食鹽水的濃度(重量百分濃度)與食鹽水密度之關係。
5. 向課堂教師領取少量未知濃度食鹽水 X ，請標定其濃度(重量百分濃度)

【注意事項】

1. 務必記錄當天的氣溫、實驗水溶液的水溫及盛裝溶液秤重的容器重。
2. 請以天平讀數(g)為 Y 軸、累積的水溶液總體積(mL)為 X 軸，以試算表軟體作圖並顯示校準曲線(calibration curve)公式及 R^2 值並分析討論其意義。
3. 請以試算表軟體作圖，並利用所做之圖形討論飽和食鹽水的濃度及未知濃度食鹽水 X 之濃度為多少。

【實作結果與討論】

1. 請詳細說明或列出算式演示你們求得溶液甲~庚及 X 密度的方法。
答：將溶液質量除以體積得出密度。將各濃度之密度與濃度製圖，找出數據的方程式。再把 X 的濃度值帶入該方程式，得出 X 的密度。
2. 若需求得飽和食鹽水之濃度時，應以哪一個實驗值為 X 軸、哪一個實驗值為 Y 軸？請說明並解釋理由。
答：質量為 Y 軸，體積為 X 軸。因為如此才能直接將斜率作為密度，截距作為燒杯質量。
3. 試討論不同食鹽水的濃度與食鹽水的密度有何相關性？
答：在溶液飽和之前，溶液濃度越高，密度越大。
4. 請推測食鹽溶於水中時，其飽和溶液之重量百分濃度為何？請詳細說明你的做法或理由
答：介於 25~30%之間，因為實驗數據密度與濃度關係圖顯示濃度超過 25%時密度增加幅度減緩很多。

5. 請判斷並詳細說明標定未知濃度食鹽水 X 濃度的依據。

答：根據有效的(未飽和的)0%~25%溶液數據做出濃度與密度之圖表，找出線性回歸方程式，並將 X 濃度的密度代入方程式找出 X 濃度。

算式：濃度與密度圖導出：密度=濃度 $\times 0.0075 + 0.9886$

將 X 濃度水溶液之密度(斜率)=1.0782 帶入上述方程式，即可得出 X 濃度為 11.95%

6. 【探究與實作】步驟 3. 中所描述操作，為什麼量測食鹽水溶液質量時須先量測低濃度食鹽水溶液，再量測高濃度食鹽水溶液？請詳細說明理由。

答：因為量測濃度都是用同一容器，後面的結果多少會受前面的殘留物質影響。但 30%影響 35%的幅度小於 5%影響 0%的濃度誤差，所以要從低濃度溶液測量到高濃度溶液，才能盡量減少實驗誤差。

【結論】

1. 請由本實驗活動的相關數據歸納出結論。答：在溶液飽和之前，溶液濃度越高，密度越大，呈正向關係。

2. 經過本探究與實作的活動，你學到了什麼？請與全班分享。

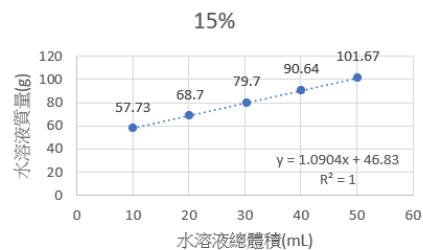
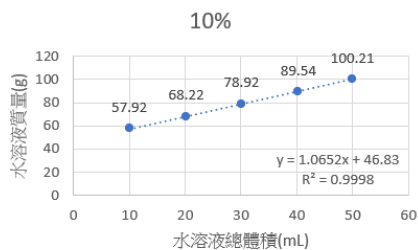
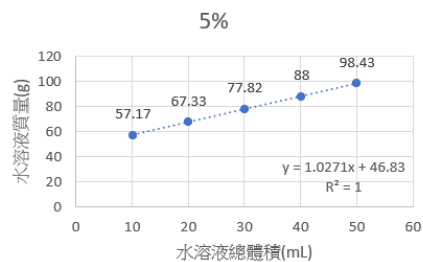
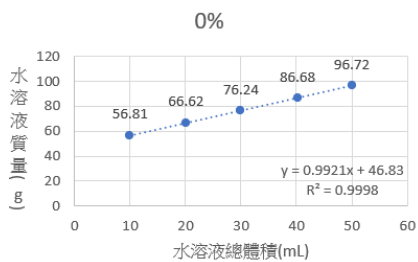
答：我們學到 1. 做實驗前要事前與組員溝通實驗流程，才不會在當場手忙腳亂 2. 要先制定一套固定的操作流程(無論任何實驗都能夠套用)，例如：在等待操作速度較慢的器材得出結果時，可以先用其他器材盛裝接下來要操作的實驗物品，就能加快節奏，不浪費寶貴的時間。

3. 請反思本次實驗中造成誤差的原因。哪些是儀器或器材所造成不可避免的誤差？哪些是人為操作所造成的誤差？請詳細說明。

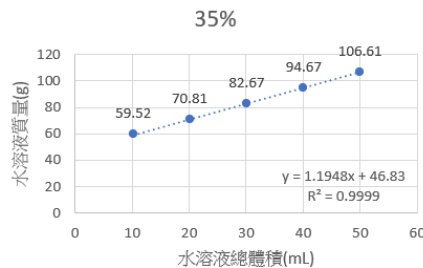
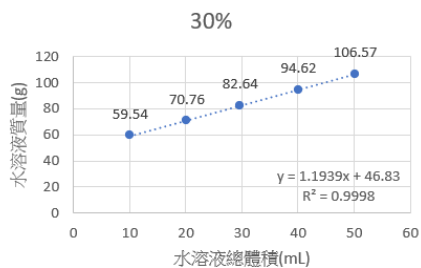
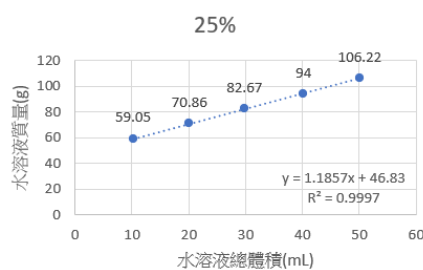
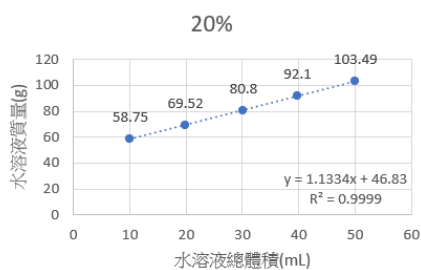
答：人為造成的誤差：1. 容器在盛裝下一杯溶液前沒有擦乾，導致有實驗誤差。不可避免的儀器誤差：電子天平敏感度太高，只要一陣風吹過或有人經過就會產生誤差。

【實驗數據與作圖分析】

總體積	質量
0%	
10.0	56.81
20.1	66.62
30.0	76.24
40.2	86.68
50.0	96.72
5%	
10.2	57.17
20.1	67.33
30.1	77.82
40.2	88.00
50.1	98.43
10%	
10.0	57.92
20.2	68.22
30.1	78.92
40.3	89.54
50.0	100.21



15%	
10.0	57.73
20.2	68.70
30.3	79.70
40.1	90.64
50.2	101.67
20%	
10.1	58.75
19.9	69.52
30.2	80.80
39.8	92.10
50.1	103.49
25%	
10.2	59.05
20.1	70.86
29.8	82.67
40.2	94.00
50.1	106.22



30%	
10.1	59.54
20.2	70.76
29.7	82.64
40.1	94.62
50.2	106.57
35%	
10.2	59.52
20.1	70.81
30.1	82.67
40.1	94.67
50.0	106.61
未知	11.95%
10.1	58.02
19.9	68.80
30.1	79.34
39.7	89.96
50.2	100.40

