Chapter

4

物質的分離與精製

學習目標

1. 認識混合物的分離方法。
2. 了解傾析法、過濾法、昇華法的原理。
3. 認識濾紙的摺疊法。
4. 學習利用傾析法、過濾法分離混合物的操作。
5. 學習利用昇華法分離混合物的操作。

授課節數 4

本章綱要

4-1 理論基礎
1. 傾析法
2. 過濾法
3. 昇華法
4. 其他分離法
4-2 實習活動

「鹽」是民生必需品，利用海水製鹽是人們廣為熟悉的一種物質分離方法。物質的分離其實是人們每天都在做的事情，例如平常為避免排水管堵塞，流理臺的水槽會有濾網過濾較大顆的食物殘渣。分離的技術在化學上尤為重要，學習分離技術，我們可更方便利用各種物質與改善人類生活，故此章將介紹基礎的物質分離與精製方法。

4-1 理論基礎

混合物是指含兩種或兩種以上的純物質所組成，混合物中各種純物質仍然保留該物質原有的獨特性，例如食鹽水也是一種混合物，是由食鹽和水組成，其仍保有水和食鹽之特性。將混合物中的純物質分離出來，是化學研究的重要技術之一，混合物之分離法常見如傾析法、過濾法、昇華法、結晶法、蒸餾法、萃取法、層析法等。

傾析法

傾析 (decantation) 是實驗室中常用來分離固體與液體的方法之一。當固體難溶於液體時，其易析出沉澱，若沉澱物比重或粒徑較大，固體即可快速沉降到容器底部而不再懸浮於液體中。此時即可小心將上層液體傾倒出來，而固體則留在容器內，使液體與固體得以分離，此種分離方法即稱「傾析」(如圖 4-1 所示)。

▲圖 4-1　傾析法

過濾法

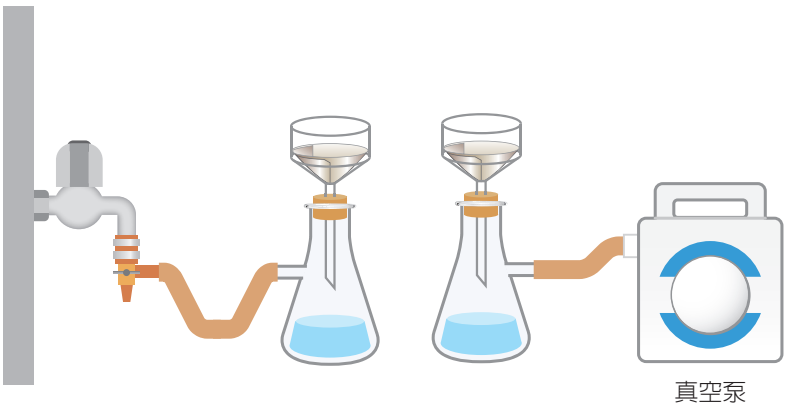
過濾 (filtration) 是分離混合物中固體與液體的常用方法，即先以某溶劑溶解混合物，則混合物中部分物質將溶於溶劑，倒入多孔介質後，溶劑將帶部分物質通過介質，難溶固體則保留在介質上，因此達成分離目的。

一、過濾操作方法

1. **重力過濾法** (gravity filtration)：又稱簡單過濾法，爲利用重力以及液體與漏斗玻璃器壁間的毛細作用，使液體通過濾紙，是最常用的過濾方法 (如圖 4-2 所示)。

2. **真空過濾法** (vacuum filtration)：又稱抽氣過濾法，爲利用抽氣減壓裝置 (如抽濾管、真空泵等) 將濾紙下方空氣抽離以產生壓力差，使液體同時受重力與壓力差的作用，故可快速分離液體與固體沉澱物 (如圖 4-3 所示)。

▲圖 4-2　重力過濾法

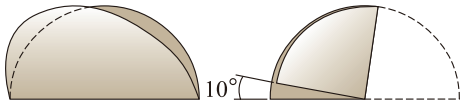


▲圖 4-3　真空過濾法

二、濾紙

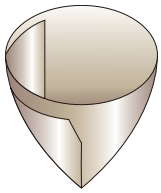
1. 規格
   (1) 一般可分成定性分析濾紙與定量分析濾紙，差別在定量分析濾紙製作過程中已除去大部分雜質，而不影響分析結果。一般實驗多用定性分析濾紙即可。
   (2) 濾紙有各種不同尺寸、孔隙度，應依漏斗大小、沉澱物粒徑選擇適當濾紙。
2. 摺疊方法
   (1) 圓錐形摺疊法
      ① 步驟

1



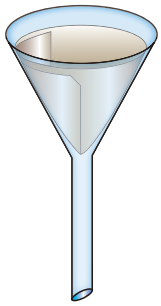
將濾紙對摺再對摺，不完全重疊。

2



濾紙外側撕一小角，打開即呈圓錐狀。

3



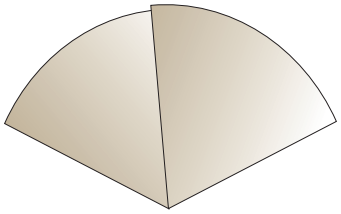
濾紙置於漏斗中以溶劑沾濕，使濾紙緊貼漏斗壁。

      ② 此法摺痕少，濾紙平滑，固體較容易堵塞。

(2) 凹槽形摺疊法

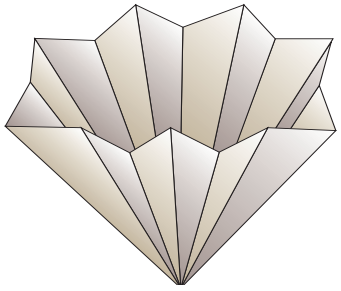
① 步驟

1



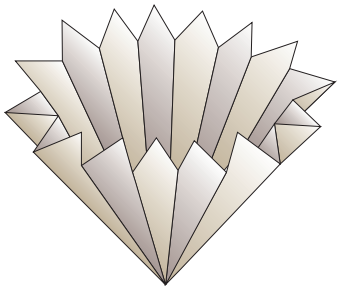
(1) 將濾紙對摺再對摺成扇形。
(2) 以手指伸進扇形洞裡，打開濾紙的一端，以摺痕為中心線，將兩邊壓下，壓出摺痕。

2



繼續以其他摺痕為中心線摺疊，可分 16 等分，即 8 瓣之花形凹摺。

3



繼續再以其他摺痕為中心線摺疊，可分 32 等分，即 16 瓣之花形凹摺。

② 此法摺痕多，濾紙與溶液的接觸面積較大、過濾速度較快，固體較不易堵塞。

昇華法

固體物質受熱後，不經液態而直接轉變成氣態的現象稱爲**昇華** (sublimation)(如圖 4-4 所示)。如碘、萘、樟腦丸、乾冰、對二氯苯等皆具有昇華特性。此昇華程序是可逆的，當具昇華性物質與不具昇華性物質混合時，加熱混合物，可使昇華性物質汽化，汽化後的物質再使其冷凝成固體並收集，如此即可達分離目的。

▲圖 4-4　昇華

充電小站

使用萘時應小心

接觸到萘可能會破壞紅血球，發生破壞性貧血的症狀，如容易疲勞、食慾減少、煩躁不安及皮膚蒼白，若暴露到大量的萘時可能導致噁心、嘔吐、腹瀉、血尿及黃皮膚，嚴重者可能致死。尤其蠶豆症患者由於紅血球中缺乏葡萄糖 - 六 - 磷酸鹽去氫酵素（G6PD），使紅血球無法將過多的氧化物還原，造成紅血球內過氧化氫堆積，導致紅血球的破裂，故患有蠶豆症者更需格外注意。

其他分離法

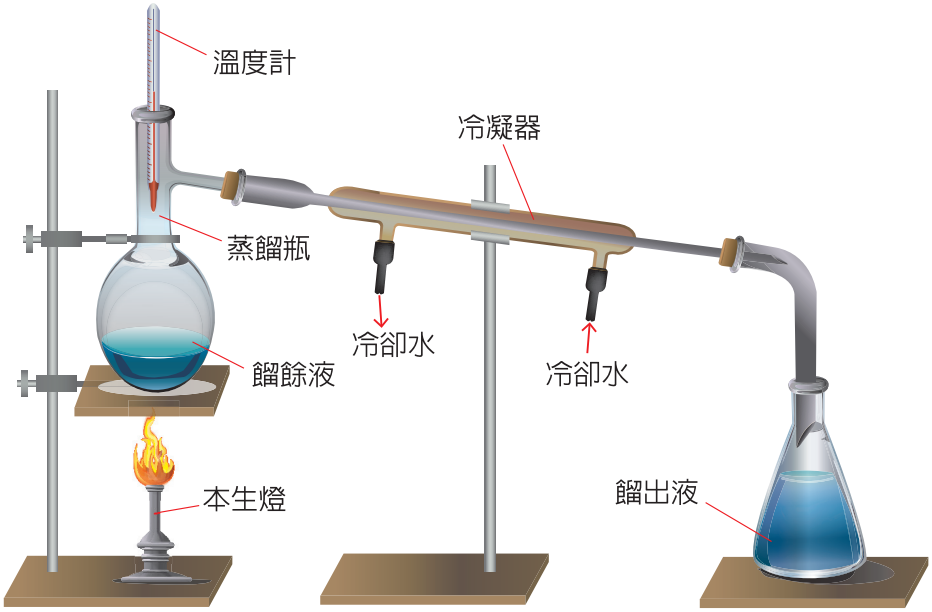
一、結晶法

當溶液蒸發除去溶劑成爲飽和溶液，冷卻後溶質析出晶體的現象稱爲**結晶** (crystallization)。結晶法所得的純度通常可達 99%，但爲得到更純物質，可將結晶再用少量溶劑重新溶解，再過濾一次，重複蒸發工作除去溶劑，則物質結晶析出，此稱**再結晶** (recrystallization)，再結晶可得 99.9% 或 99.99%，甚至更精純的物質。利用結晶法純化混合物的步驟概述如下：

1. 選擇易溶解欲純化物質且不與其反應的適當溶劑。
2. 加入溶劑至混合物中加熱以溶解溶質。
3. 加入活性碳或矽藻土吸附雜質、脫色。
4. 趁熱過濾不溶性雜質。
5. 使濾液靜置冷卻析出結晶。
6. 利用抽氣過濾收集及清洗結晶。
7. 繼續抽氣以乾燥產物或烘乾。

二、蒸餾法

蒸餾 (distillation) 是利用揮發性差異分離混合物，當混合物受熱，低沸點物質會先汽化轉變成氣體而與高沸點物質分離，再將該氣體冷凝即可收集 (如圖 4-5 所示)。蒸餾方法如下。

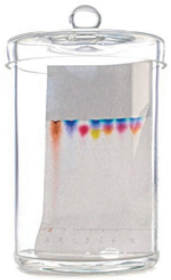


▲圖 4-5　蒸餾法

1. 簡單蒸餾：在常壓下，將溶液於蒸餾燒瓶內加熱至沸騰而分離兩成分。
2. 分級蒸餾：二種以上液體相混合時，用分段蒸餾的方式分離。即在不同的沸騰溫度範圍，分別收集餾出物，然後將各餾出物再行蒸餾純化。
3. 蒸汽蒸餾：有些物質沸點比水高且不溶於水，可通過水蒸氣使化合物隨蒸汽餾出凝結收集。
4. 減壓蒸餾：具高沸點的有機液體，可降低蒸餾器內壓力，使液體沸點降低。

三、層析法

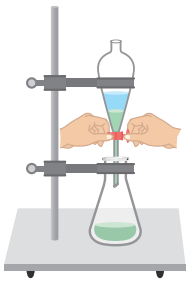
層析法 (chromatography) 是利用混合物中各成分在靜相 (如濾紙、矽膠) 與動相 (如液體、氣體) 中的不同作用力造成移動速度不同，而分離混合物 (如圖 4-6 所示)。常用於色素、中藥成分之分離。



▲圖 4-6　層析法

四、萃取法

以溶劑使混合物液體中某成分溶解，分兩液層後使其分離，最後加熱分離溶劑與某成分，稱爲**萃取** (extraction)(如圖 4-7 所示)。可分多次萃取和一次萃取，相同量溶劑分多次萃取的效果會比一次萃取效果佳。



▲圖 4-7　萃取法

4-2 實習活動

實驗目的

1. 熟悉混合物的分離方法。
2. 熟悉濾紙的摺疊法。
3. 熟悉利用傾析法、過濾法分離混合物的操作。
4. 熟悉利用昇華法分離混合物的操作。

器材藥品

名稱	規格	數量	名稱	規格	數量
稱量瓶		3 個	鐵架（含鐵環）		1 組
刮勺		4 支	陶瓷纖維網		1 個
燒杯	250 mL	2 個	蒸發皿	Ø 6 cm	1 個
量筒	50 mL	1 個	本生燈		1 組
漏斗		1 個	點火槍	電子式	1 支
漏斗架		1 個	錶玻璃		1 個
攪拌棒		1 支	橡皮管	50 cm	2 條
濾紙	No.1、90 mm	2 張	食鹽		2 g
滴管	含橡皮帽	1 支	細沙		2 g
電子天平	精密度 0.01 g	1 臺	活性碳		少許
蒸餾瓶	50 mL	1 個	試樣	萘（或對二氯苯）1 g+ 細沙 1 g	2 g
錫箔紙		數張			

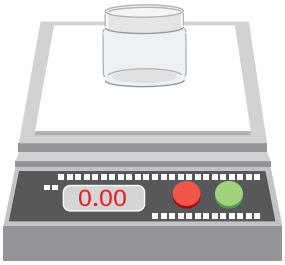
實驗步驟

一、過濾與精製

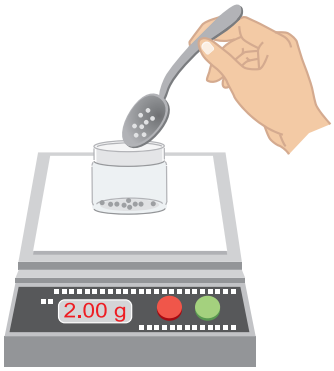
步驟 1

稱量 2 克食鹽置於 250 mL 燒杯

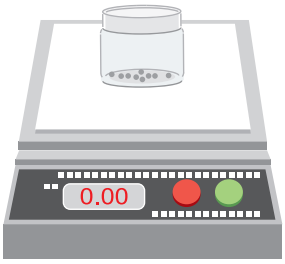
(1) 以毛刷清除秤盤上殘留藥品。



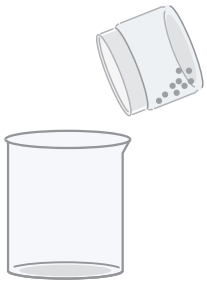
(2) 將稱量瓶置於秤盤中央後，按歸零鍵。



(3) 手持試藥瓶盡量靠近稱量瓶，另一手以刮勺取食鹽倒入稱量瓶至約 2 克。



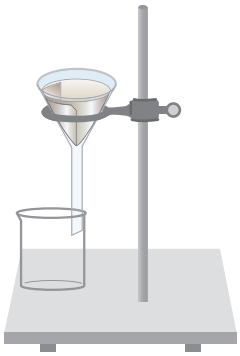
(4) 按歸零鍵。



(5) 將食鹽倒至 250 mL 燒杯後，稱量瓶放回秤盤。

(6) 記錄天平顯示數據 (負號忽略)。

步驟 2



(1) 稱量 2 克細沙 (方法同前)，置於上述燒杯，觀察外觀並記錄。

(2) 加入蒸餾水約 30 mL 於上述燒杯，充分攪拌使混合物中食鹽完全溶解。

(3) 加入一小匙活性碳並充分攪拌。

(4) 將濾紙以圓錐形摺疊法摺好置於漏斗中，以蒸餾水潤溼使濾紙完全和漏斗貼合。

(5) 將漏斗置於漏斗架上，準備乾淨 250 mL 燒杯在漏斗下方，且漏斗頸須緊貼燒杯內壁。

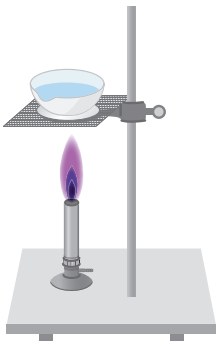
步驟 3

以攪拌棒攪拌燒杯中混合液，然後使溶液順著攪拌棒傾倒至濾紙上。

步驟 4

以蒸餾水潤洗殘餘物，觀察外觀並記錄。

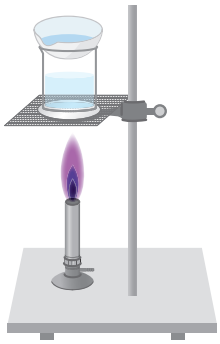
步驟 5



(1) 觀察濾液外觀並記錄，若濾液中有沙子，則再過濾一次。

(2) 分數次將濾液置於蒸發皿中，以小火加熱至剩少許水分。

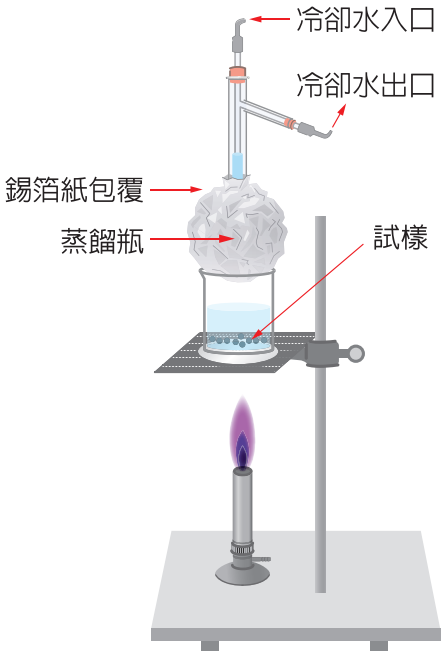
步驟 6



當蒸發快乾時，蒸發皿可移到正在沸騰的燒杯上，以蒸氣將其蒸乾，觀察蒸發皿內晶體外觀並記錄。

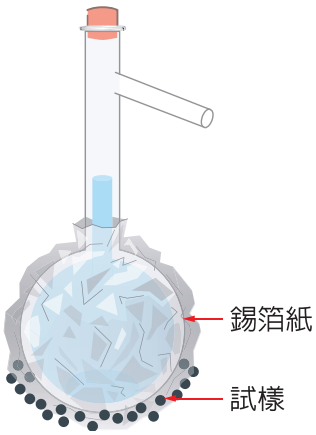
二、昇華法

步驟 1



(1) 稱量 2 克試樣，置於 250 mL 乾淨燒杯中，並均勻分布於燒杯底。
(2) 準備 50 mL 蒸餾瓶接上兩條橡皮管通入冷水循環，周圍包覆錫箔紙後，放入燒杯口。
(3) 以本生燈之小火加熱燒杯使試樣加快昇華，試樣於蒸餾瓶外壁凝華並附著在蒸餾瓶底部。

步驟 2



昇華完成後，關閉本生燈，取出蒸餾瓶小心刮取瓶底上試樣，稱重並加以記錄。

實驗數據記錄與分析

一、過濾與精製

1. 固體混合後的外觀與顏色：_____
2. 過濾後，濾紙上物質顏色：_____
3. 過濾後的濾液顏色：_____
4. 蒸發皿中晶體顏色：_____

二、昇華法

1. 試樣重量：_____g
2. 收集之昇華物質重：_____g
3. 昇華之物質於試樣中百分比：_____%

   計算過程：

問題與討論

1. 濾紙使用圓錐形摺疊法時，撕去一角的目的爲何？
2. 進行過濾操作中，加入活性碳的目的爲何？
3. 過濾時，漏斗頸爲何必須貼著燒杯壁？
4. 進行過濾操作中，爲得到濾液中晶體而加熱去除水分，但快乾時爲何要改成小火，目的何在？
5. 進行昇華法時，蒸餾瓶與燒杯之間若有空隙，會有什麼影響？

重點整理

1. 常見混合物之分離法，如傾析法、過濾法、昇華法、結晶法、蒸餾法、萃取法、層析法等。
2. 傾析法是直接將混合物的上層液體傾倒、固體留在容器內，使液體與固體得以分離之方法。
3. 過濾法是將混合物通過多孔介質後，溶劑將帶部分物質通過介質，難溶固體則保留在介質上，因此達分離目的。
4. 昇華是將混合物加熱，使具昇華性物質汽化而與其他物質分離，汽化後物質再受冷凝成固體而便於收集。

學後評量

(　　) 1. 下列分離混合物的方法中，何者爲利用多孔介質分離？
(A) 傾析法　(B) 過濾法　(C) 昇華法　(D) 蒸餾法

(　　) 2. 爲了分離海水中的鹽與沙，下列哪一種方法較適合？
(A) 傾析法　(B) 層析法　(C) 過濾法　(D) 萃取法

(　　) 3. 與凹槽形摺疊法相比，圓錐形摺疊法有下列哪一種特點？
(A) 摺痕較多　(B) 濾紙與溶液的接觸面積較大
(C) 過濾速度較快　(D) 固體較容易堵塞

(　　) 4. 分離食鹽與砂的混合物，常利用水先將粗鹽溶解，再進行過濾，以分離砂跟鹽。關於這中間的步驟敘述，下列何者錯誤？
(A) 過濾後殘留在濾紙上的物質主要爲砂
(B) 過濾後的濾液應爲透明無色
(C) 將濾液蒸發後所剩殘留的晶體顏色應爲黑色
(D) 加熱蒸發皿時可不使用陶瓷纖維網

(　　) 5. 下列何種物質，在常溫常壓下不具有昇華特性？
(A) 碘　(B) 食鹽　(C) 對二氯苯　(D) 樟腦丸

(　　) 6. 下列分離混合物的方法中，哪一個與其他三個的分離原理明顯不同？
(A) 傾析法　(B) 昇華法　(C) 過濾法　(D) 結晶法

(　　) 7. 欲分離萘與食鹽之混合物，可使用下列哪一種方法？
(A) 昇華法　(B) 過濾法　(C) 層析法　(D) 萃取法

(　　) 8. 下列何者不屬於混合物的分離方法？
(A) 蒸餾法　(B) 萃取法　(C) 蒸餾法　(D) 電解法

(　　) 9. 下列何者爲利用各成分的揮發性差異分離混合物之方法？
(A) 蒸餾法　(B) 萃取法　(C) 過濾法　(D) 結晶法

(　　) 10. 下列分離方法中，何者無利用溶解性的差異分離？
(A) 過濾法　(B) 結晶法　(C) 昇華法　(D) 萃取法

筆記頁 NOTE