

Chapter

5

熔點測定

學習目標

1. 認識純物質加熱與冷卻過程的溫度變化。
2. 認識混合物加熱過程的溫度變化。
3. 認識物質熔點之測定操作。
4. 認識物質熔點與純度的關係。

授課節數 4

本章綱要

5-1 理論基礎

1. 純物質加熱與冷卻過程的溫度變化
2. 混合物加熱過程的溫度變化

5-2 實習活動



熔點是指固相受熱轉為液相時之溫度，每種物質的熔點皆不相同，如「鎂」之熔點為 29.76°C ，放在手心即可熔化，但黃金則要加熱到 1064°C 才可熔化。欲辨別化合物，測定其熔點是相當簡便且快速之方法，此法在物質的初步分析上很常使用，故認識物質於加熱過程中的溫度變化形態顯得尤其重要。

5-1 理論基礎

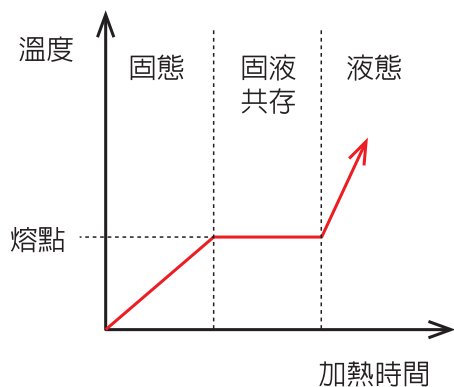


純物質具有一定的物理性質，如熔點 (melting point)、沸點 (boiling point)、密度 (density) 等。混合物是指由 2 種以上純物質混合成之物質，故無一定組成與性質。因此，透過這些物理性質之測定，可以初步鑑別物質純度與試樣種類。尤其對固體物質而言，可以少量試樣藉簡單方法迅速而精確地測出物質熔點，即可判斷物質純度。

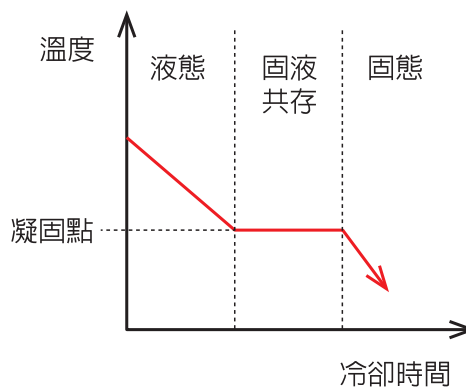
純物質加熱與冷卻過程的溫度變化

通常固體受熱至某程度時，固體會熔化變成液體，繼續加熱到某個程度，液體會沸騰而變成氣體。以圖 5-1 所示，可發現加熱純物質固體至熔化時，初期有少量液體出現，繼續加熱，溫度不會變化，因為提供的熱量為使固相轉為液相，兩相達平衡，此時溫度即熔點。若繼續加熱，當固體完全轉換成液體後，提供的熱量則可使液體升溫。

同理，觀察圖 5-2，冷卻純物質液體至某程度，液體會凝固，初期有少量固體出現，繼續冷卻，溫度不會變化，因為是狀態改變造成的熱量放出，此時溫度即凝固點。若繼續冷卻，當液體完全轉換成固體後，液體則會開始降溫。壓力固定下，通常純物質之熔點與凝固點是相同的，若為 1 大氣壓下的熔點，則稱為「正常熔點」。



▲ 圖 5-1 純物質溫度與加熱時間關係



▲ 圖 5-2 純物質溫度與冷卻時間關係

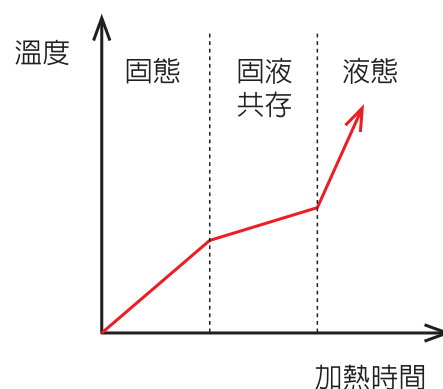
☛ 混合物加熱過程的溫度變化

由前面的敘述可知純物質固體皆有一定的熔點，實際測量純度高的物質，其熔程（初熔到全熔的熔點範圍）約 1°C 以內。若是含有雜質的混合物，加熱至熔化時，其溫度會持續上升，熔程較大，甚至超過 3°C 以上（如圖 5-3 所示）。通常，熔點範圍在 2°C 以內即代表該物質的純度高，故可利用熔點的測定判斷物質是純物質或混合物，實驗室測定熔點時，常使用一端封閉的毛細管充填少許物料後，加熱觀察其熔化溫度。

相同物質在定壓下應具有相同熔點，但不同物質也可能具相同熔點，故若測得未知物熔點與某已知物相近，則可再取少量未知物與已知物均勻混合後，測定此混合物之熔點。若兩者為同一物質，則兩者用各種比例混合，其熔點皆應相等；若兩者非同一物質，則混合後熔點會下降且範圍變寬，如純鐵熔點為 1535°C ，但高爐煉製出的生鐵含碳量約 $2 \sim 4\%$ ，在 1200°C 左右即熔化（如圖 5-4 所示）。常見化合物之熔點如表 5-1 所示。

▼表 5-1 常見化合物之熔點

化合物	熔點 $^{\circ}\text{C}$	化合物	熔點 $^{\circ}\text{C}$
苯甲酸	122.4	檸檬酸	153
2- 萘酚	121.6	對二氯苯	53.1
尿素	132.8	己二酸	152.1
水楊酸	158.6	間苯二酚	110.7
乙醯苯胺	114.3	對苯二酚	172
肉桂酸	133	萘	80.2



▲圖 5-3 混合物溫度與加熱時間關係



▲圖 5-4 生鐵熔化

5-2 實習活動



實驗目的

1. 熟悉純物質加熱與冷卻過程的溫度變化。
2. 熟悉混合物加熱過程的溫度變化。
3. 熟悉物質熔點之測定操作。
4. 能夠從物質熔點鑑別其可能成分。

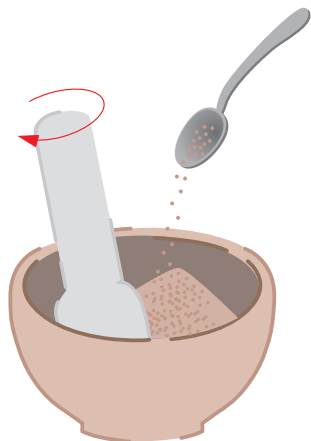
器材藥品

名稱	規格	數量	名稱	規格	數量
刮勺		8 支	本生燈		1 組
研鉢與杵		1 組	溫度計	0 ~ 200 °C	1 支
稱量紙		數張	苯甲酸		3 g
毛細管	一端封口	9 支	2- 萘酚		3 g
玻璃管	30 cm ~ 100 cm	1 支	尿素		3 g
橡皮塞	挖成溝狀，或以 滴定管夾 (蝴蝶 夾) 代替	1 個	水楊酸		3 g
橡皮筋		數條	乙醯苯胺		3 g
泰爾管		1 個	試樣 A	由「前述藥品」 擇一	3 g
鐵架 (含鐵環)		1 組	試樣 B	由「前述藥品」 擇二，等量混 合，可與試樣 A 互調	3 g
陶瓷纖維網		1 個	試樣 C	由「尿素、水楊 酸、乙醯苯胺」 擇一，若時間充 裕，則「苯甲酸、 2- 萘酚」擇一	3 g
延伸夾 (含固定架)		1 組	甘油	或石蠟油	100 mL

實驗步驟

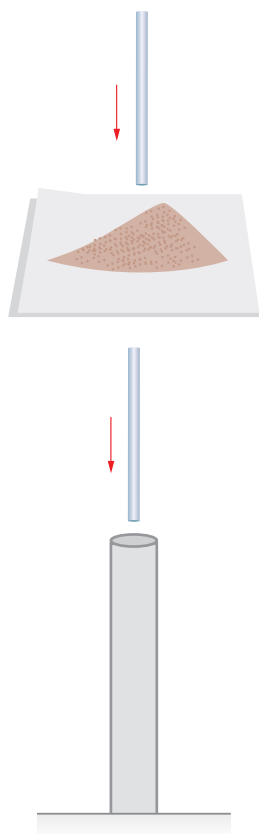
一、純物質之熔點測定

步驟 1



取適量苯甲酸，置於研鉢研磨成細粉後，部分置於稱量紙上聚集成堆。

步驟 2

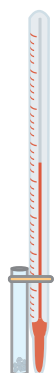


將苯甲酸粉末填入一端封口之毛細管，至高度約 2 ~ 3 mm。

(1) 將毛細管開口端插入試樣粉末 2 ~ 3 次。

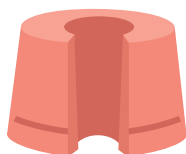
(2) 取一支長玻璃管將毛細管閉口端朝下自由落下，並重複數次，使毛細管內試樣緊實密合無空氣。

步驟 3



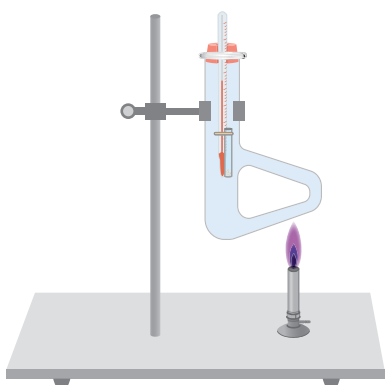
- (1) 用橡皮筋將毛細管綁在溫度計上，使試樣端和水銀球對齊，橡皮筋須盡量綁在毛細管高處。
- (2) 取已烘乾的泰爾管固定於鐵架上，倒入甘油，甘油液位應高於側管。

步驟 4



將溫度計插入甘油中並以溝狀橡皮塞固定。

步驟 5



- (1) 本生燈火焰於側管中央加熱，不用攪拌即可自動油浴循環。
- (2) 初期火焰可稍強使液溫上升，而達 100°C 左右時火焰應調弱，使溫度每分鐘約上升 $1 \sim 2^{\circ}\text{C}$ ，必要時可移開火焰。
- (3) 注視試樣，當試樣由白色變透明即熔化之開始，記錄溫度。
- (4) 當試樣完全熔化，記錄溫度，此兩種溫度為此化合物之熔點範圍，即熔點。
- (5) 另取數支毛細管重複上述步驟，測量 2- 萘酚、尿素、水楊酸、乙醯苯胺之熔點。

二、辨別純物質與混合物

1. 取適量試樣 A 與試樣 B 分別填入毛細管中，按上述步驟，但快速加熱，粗估未知物熔點。
2. 取適量試樣 A 與試樣 B，按上述步驟，但加熱至「粗估熔點以下 20°C」時火焰應調弱，使溫度每分鐘約上升 1°C，以利測定試樣初熔溫度、全熔溫度。

三、未知純物質之熔點測定

1. 取適量試樣 C 按上述步驟，但快速加熱，粗估未知物熔點。
2. 取適量試樣 C 按上述步驟，但加熱至「粗估熔點以下 20°C」時火焰應調弱，使溫度每分鐘約上升 1°C，以利測定試樣初熔溫度、全熔溫度。
3. 若試樣 C 的熔點與兩種以上已知物質 (X、Y) 相近
 - (1) 取少量試樣 C 與已知物 (X) 均勻混合，測定此混合物之熔點。
 - (2) 若混合物熔點與某已知物 (X) 相同，表示此未知物為 X。
 - (3) 若混合物熔點較已知物 (X) 低且範圍變寬，表示此未知物為 Y。



充電小站

實驗注意事項

1. 溝狀橡皮塞可以滴定管的蝴蝶夾取代固定溫度計。
2. 泰爾管可以圓底燒瓶取代，但溫度不易均勻，故需配合攪拌器使溫度均勻。
3. 橡皮筋須盡量綁在毛細管高處，以免加熱時，甘油膨脹接觸或被濺到而受熱軟化使毛細管脫落。
4. 若試樣為容易昇華的固體，則毛細管兩端都要封閉。
5. 實驗完畢後，甘油若無汙染則可待冷卻後，回收下次再使用。
6. 毛細管只能用一次，用完即置於回收桶中，熔化過之試樣，亦不能再用於熔點測定。

實驗數據記錄與分析

一、純物質之熔點測定

	苯甲酸	2- 萘酚	尿素	水楊酸	乙醯苯胺
初熔溫度 (°C)					
全熔溫度 (°C)					

二、辨別純物質與混合物

1. 「試樣 A」之初熔溫度為_____°C、全熔溫度為_____°C，可能為_____。
2. 「試樣 B」之初熔溫度為_____°C、全熔溫度為_____°C，可能為_____。

三、未知純物質之熔點測定

1. 「試樣 C」之初熔溫度為_____°C、全熔溫度為_____°C。
2. 「試樣 C」可能是_____。

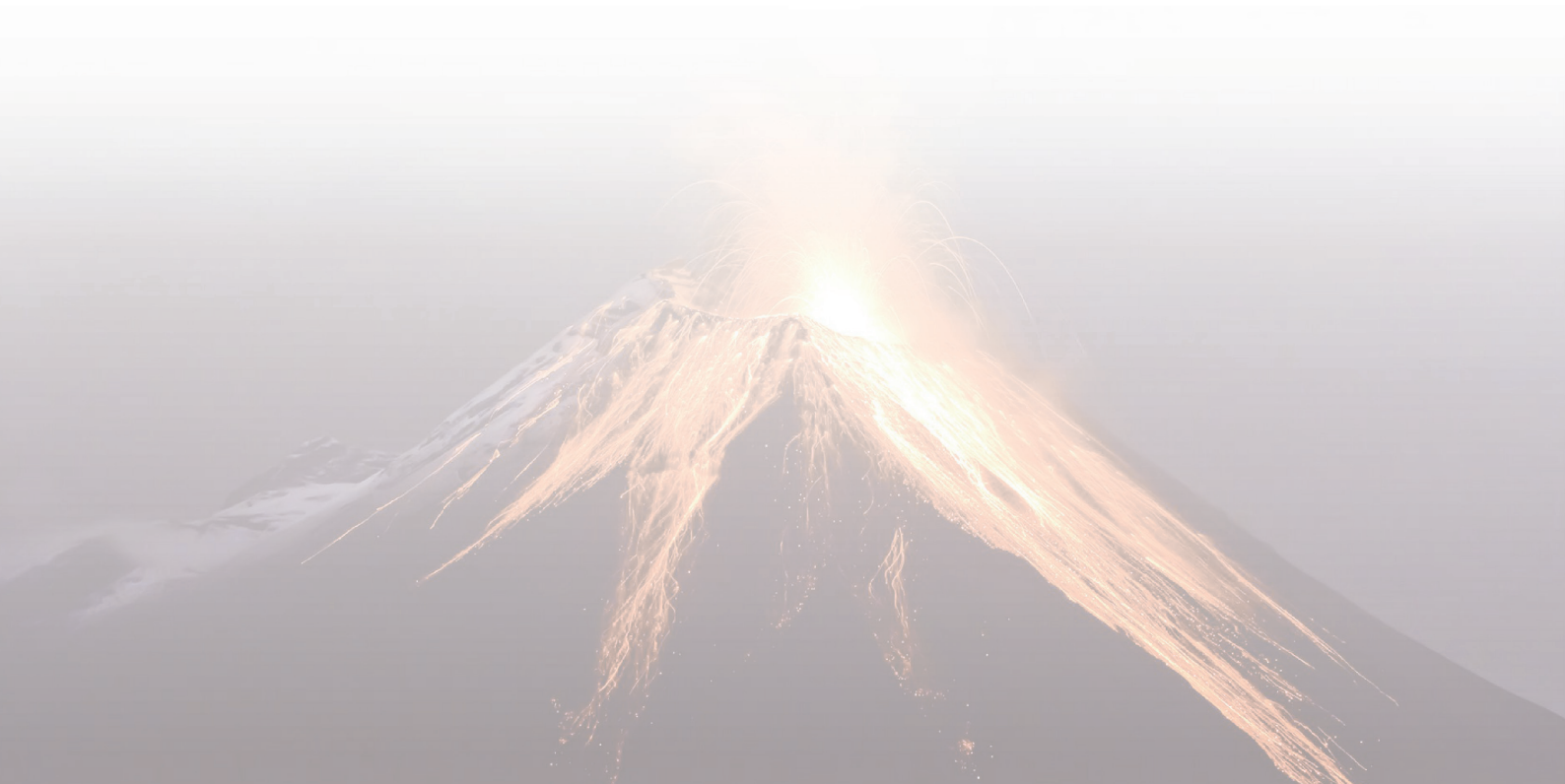
問題與討論

1. 測定熔點時，毛細管內試樣量多寡對於熔點測定有何影響？
2. 純物質與混合物的熔點有何差異？
3. 加熱至接近熔點時，若未降低加熱速度，對於熔點的測定有何影響？
4. 試樣熔化後，可以重複再利用測定其熔點嗎？
5. 測定熔點時，泰爾管是否可以密封？



重點整理

1. 純物質具有一定的物理性質，如熔點、沸點、密度等。
2. 混合物是指由 2 種以上純物質混合成之物質，無一定的物理性質。
3. 加熱純物質固體至熔化時，繼續加熱，溫度不會變化，此時溫度即熔點。若繼續加熱，當固體完全轉換成液體後，則可使液體升溫。
4. 物質於 1 大氣壓下的熔點，稱為「正常熔點」。
5. 加熱混合物至熔化時，其溫度會持續上升，從初熔到全熔的範圍較純物質大。



- () 1. 正常熔點是指壓力在多少下的熔點？
(A) 1 mmHg (B) 1 atm (C) 1 torr (D) 1 psi
- () 2. 下列哪一個物質熔點在常壓下無固定值？
(A) 酒精 (B) 食鹽 (C) 尿素 (D) 玻璃
- () 3. 下列何者因為外形關係，又稱為 b 形管？
(A) 泰爾管 (B) 滴定管 (C) 移液管 (D) 離心管
- () 4. 物質 A（熔點 80°C ）與物質 B（熔點 160°C ）相混合，則混合後之物質熔點不可
能是下列哪一個？
(A) 40°C (B) 80°C (C) 120°C (D) 160°C
- () 5. 以泰爾管測定物質熔點時，下列敘述何者錯誤？
(A) 若試樣為容易昇華的固體，則毛細管兩端皆須封閉
(B) 本生燈火焰應於側管中央加熱
(C) 綑綁毛細管與溫度計的橡皮筋須盡量綁在毛細管低處
(D) 倒入的甘油液位應高於泰爾管之側管
- () 6. 以泰爾管測定物質熔點時，下列器具何者不需使用？
(A) 毛細管 (B) 攪拌器 (C) 溫度計 (D) 橡皮筋
- () 7. 測定熔點時，若毛細管內試樣空隙度大，則熔點會有什麼影響？
(A) 比預期高 (B) 比預期低 (C) 符合預期 (D) 無法熔化
- () 8. 測量四種物質，得到其熔程分別為：甲（ $131 \sim 135^{\circ}\text{C}$ ）、乙（ $125 \sim 130^{\circ}\text{C}$ ）、
丙（ $121 \sim 122^{\circ}\text{C}$ ）、丁（ $108 \sim 111^{\circ}\text{C}$ ），請問何者純度最高？
(A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁
- () 9. 測定熔點時，下列何種狀況可使熔程降低？
(A) 試樣緊密 (B) 試樣顆粒大 (C) 含有雜質 (D) 增加試樣量
- () 10. 熔點實驗完成後，下列器具何者無法重複使用？
(A) 溫度計 (B) 泰爾管 (C) 橡皮筋 (D) 毛細管

[illegible]