

龍騰文化

肯定自己 ▶ 肯定不同

物質的組成

Composition of matter

1-1 物質的分類與分離



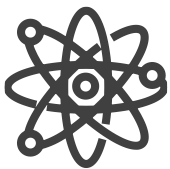
學習大綱



1-1 物質的分類與分離



1-2 道耳頓的原子說

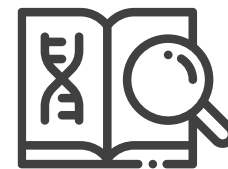


1-3 原子量與莫耳數



1-4 原子結構與元素週期表

1-1.1 物質的分類與分離



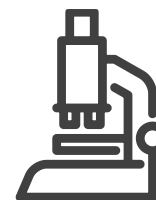
古羅馬時代

食鹽不易獲取的時代，
如何純化得到食鹽呢？

近代化學

十五、六世紀後
出現醫學和冶金等專業

1-1.1 物質的分類與分離



創造新概念

熔點、沸點和比重等性質保持不變，創造純物質和混合物概念。

意外發現

能被繼續分解的物質是化合物，無法再分解就是元素。

如何製備蔗糖結晶

1. 榨汁



2. 蒸發



3. 結晶



甘蔗

甘蔗汁

糖漿

紅糖

↑ 簡介製糖過程

如何純化得到食鹽

物質

混合物



海水為含鹽類的
混合物

純物質

食鹽水的分離與分解



化學變化 vs 物理變化

化學變化

反應發生時，**原子會重新排列組合，而產生新的物質。**

例如：電解、氧化還原等

物理變化

反應發生時，**並未產生新的物質，通常是粒子間的距離發生改變。**

例如：物質的狀態(相態)變化

例 1-1

物質可依性質是否固定，分為混合物和純物質；純物質又可根據可否以化學方法繼續分離，而分為元素和化合物。試根據上述分類方法，下列哪些物質屬於(1)混合物；(2)元素；(3)化合物？

甲、雙氧水 乙、銅線 丙、玻璃 丁、二氧化碳
戊、蒸餾水 己、白金 庚、乙酸 辛、鹽酸



解析

- (1) 甲、丙和辛。屬於混合物的物質為雙氧水（過氧化氫的水溶液）、玻璃和鹽酸（氯化氫的水溶液）。
- (2) 乙和己。屬於元素的物質為銅線(Cu)和白金（鉑Pt）。
- (3) 丁、戊和庚。屬於化合物的物質為二氧化碳(CO₂)、蒸餾水(H₂O)和乙酸(CH₃COOH)。

練習 1-1

下列哪些為混合物？（應選3項）

(A) 汽油 (B) 青銅 (C) 臭氧 (D) 過氧化氫 (E) 碘酒。



解析

解 (A)(B)(E)

下列哪些為混合物？（應選3項）

(A) 汽油 (B) 青銅 (C) 臭氧 (D) 過氧化氫 (E) 碘酒。



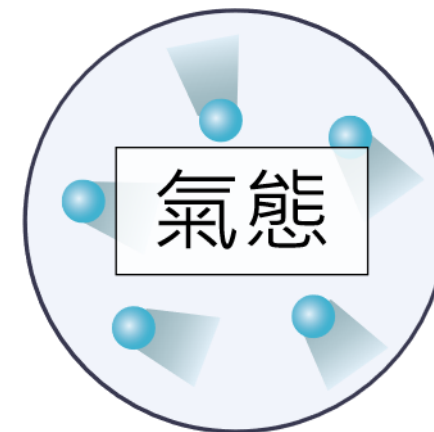
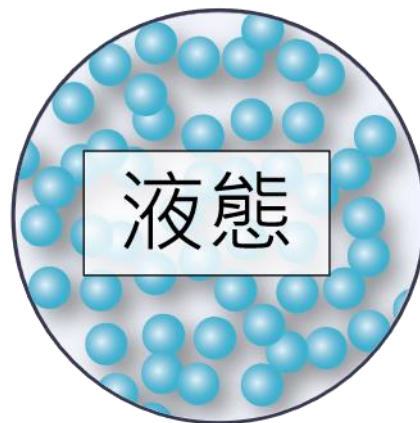
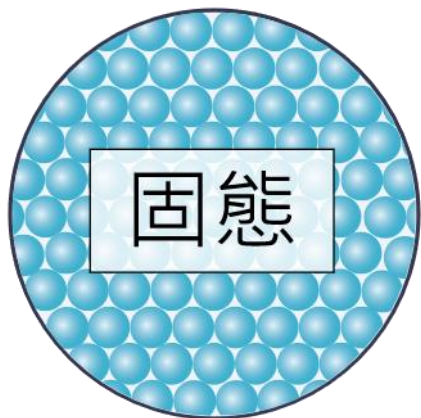
解析

- (A) 石油分餾後的物質，是烷類的混合物
- (B) 青銅為銅和錫形成的混合物
- (C) O_3 為純物質中的元素
- (E) 碘酒主要為碘和酒精溶液等的混合物。

1-1.2 物質的狀態

同一種物質在不同溫度和壓力下，會形成固、液和氣體三種不同的狀態，化學上分別用(s)表示固態，(l)表示液態和(g)表示氣態。例如：冰、水和水蒸氣為水的三態，書寫時則以 $\text{H}_2\text{O}(s)$ 表示冰， $\text{H}_2\text{O}(l)$ 表示水，而 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 表示水蒸氣。

狀態間的差異



粒子間作用力較大

彼此間會整齊堆疊

無法自由移動

克服彼此間的作用力

可自由移動的粒子

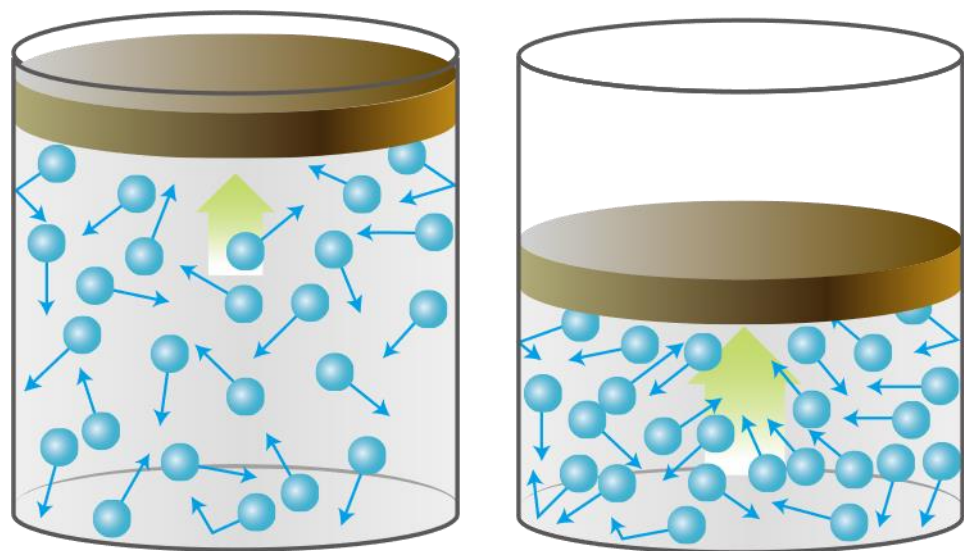
物質不具特定的形狀

粒子吸收更多能量

可幾乎完全克服粒子

間的作用力

狀態間的差異



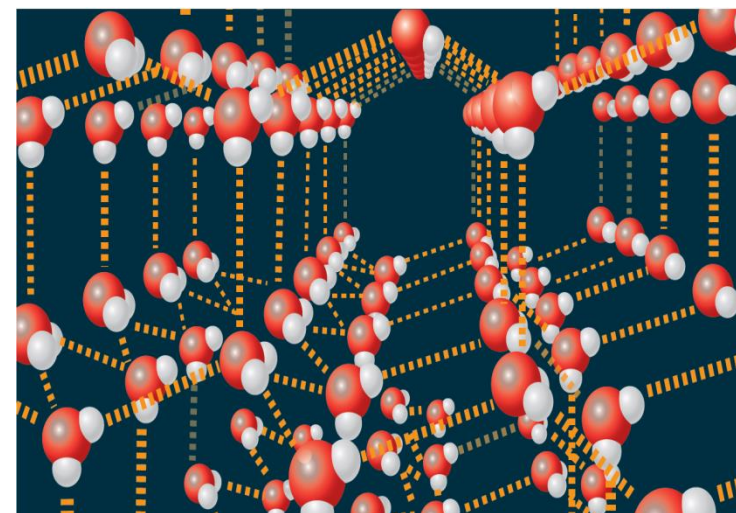
↑ 氣體體積與壓力示意

定溫下，若將容器體積變大，則單位體積內所含的氣體粒子數就會變少，容器壁受到粒子碰撞的頻率減小，壓力也隨之變小。反之，容器體積縮小時，碰撞頻率增加，壓力則會變大。



不同尺度下的冰

巨觀、顯微鏡下和微觀原子層次的世界





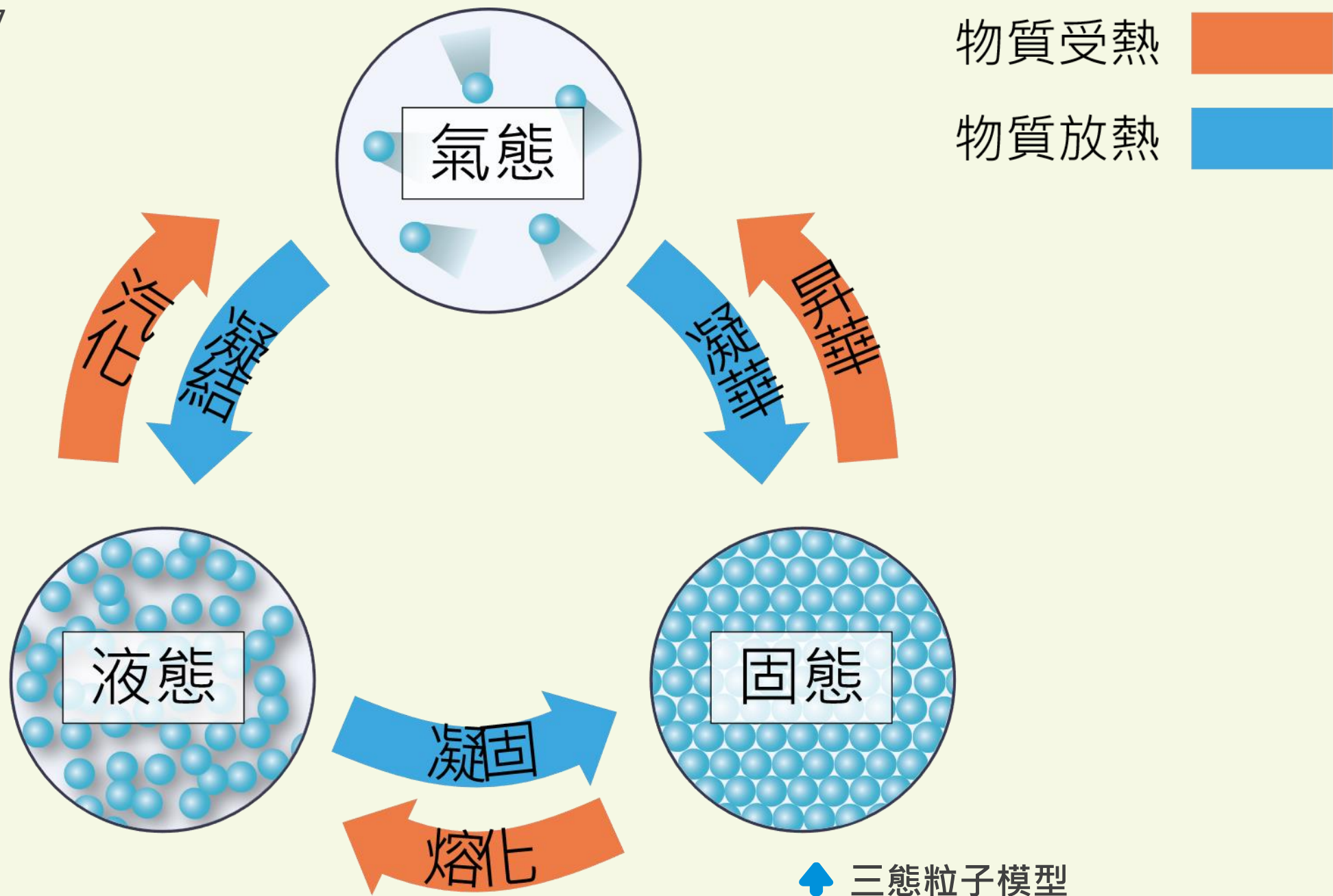
三態比較

從物質的粒子模型中，推論並比較三態時，粒子間距離和作用力的差異，及各狀態下體積和形狀是否固定？

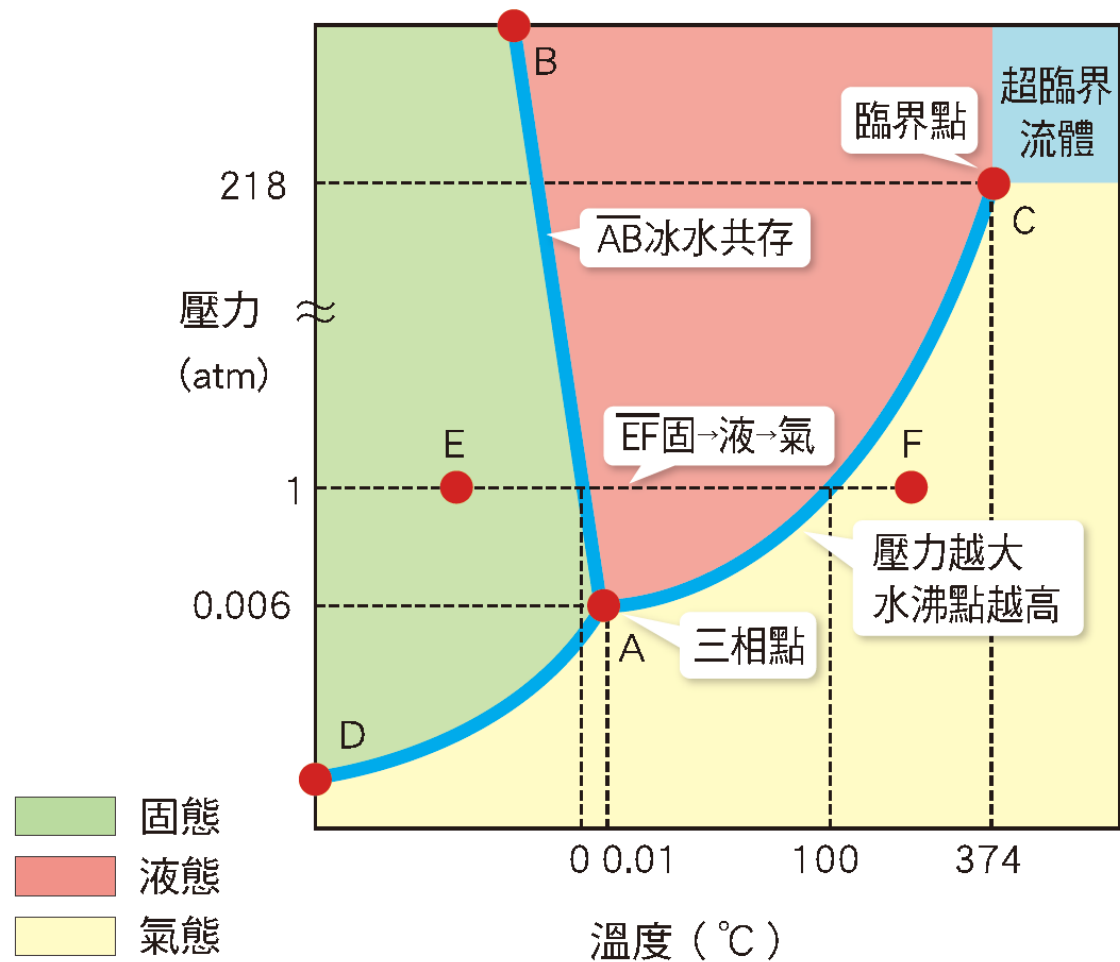


想一想解析

通常物質為**固態時**，粒子間的**作用力最大**，**距離最近**，具有**一定的體積和形狀**；而**氣態時**，粒子間的**作用力最小**，**距離最遠**，**無一定的體積和形狀**；**液態時**，粒子間的**作用力、距離通常介於固態與氣態間**，仍具有一定的體積，但不具特定的形狀。

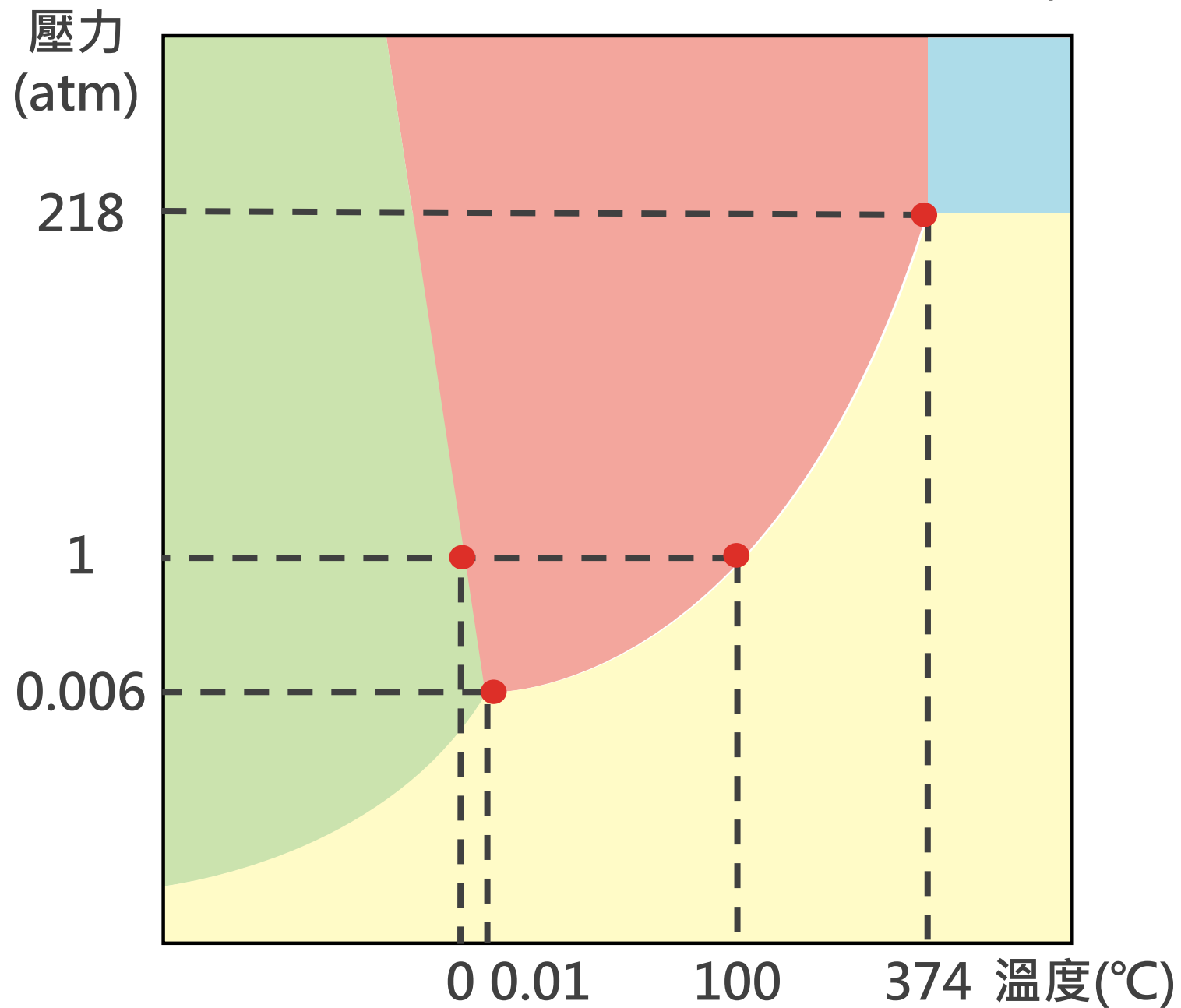


水的相圖



物質的狀態除了和本身性質有關外，還會因溫度與壓力的不同而改變。不同溫度和壓力下，物質的狀態可用相圖來表示

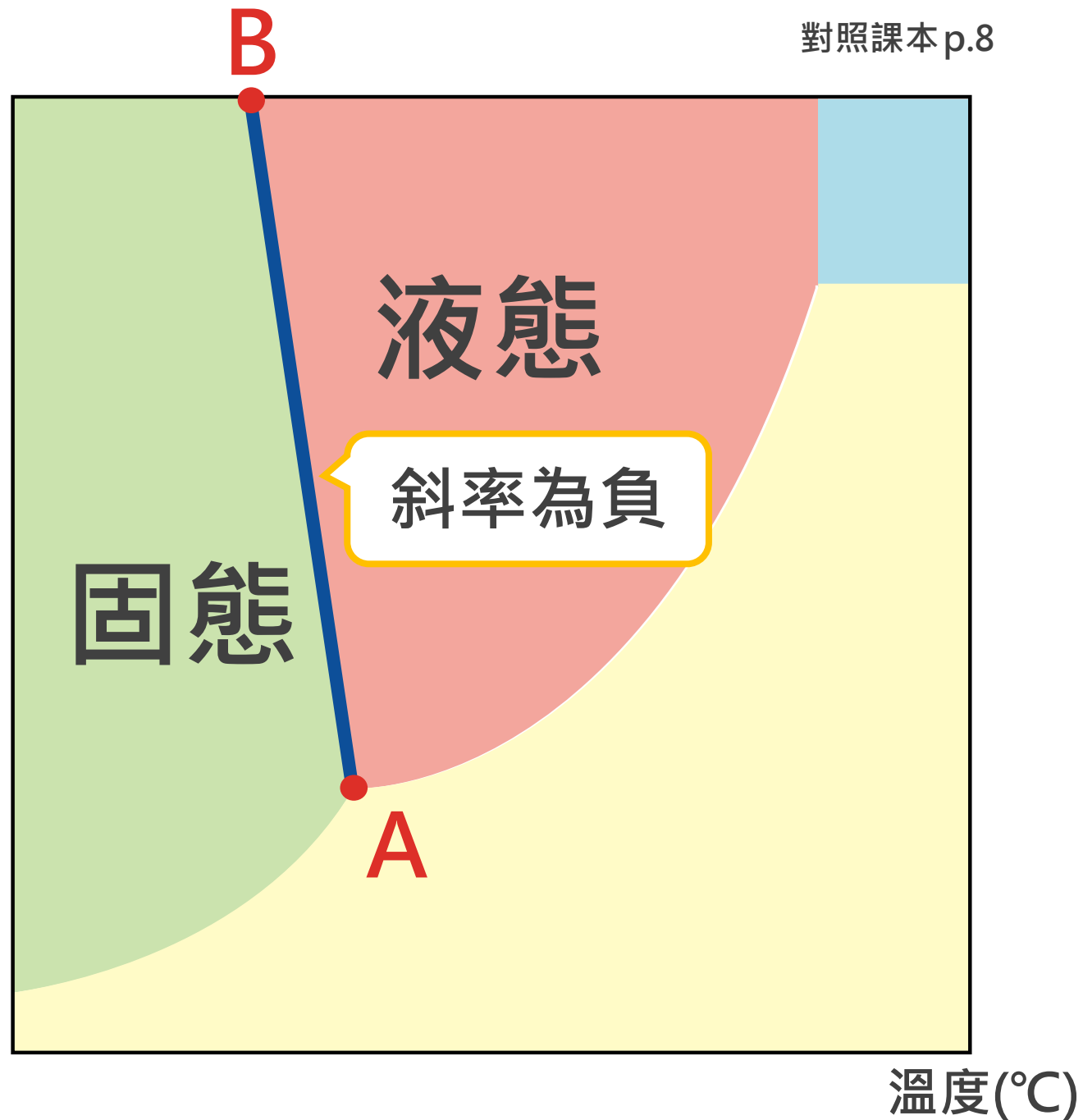
水的相圖



【AB線段】

以AB曲線為例，此曲線上水和冰可共存，而沿著AB曲線可發現，**壓力越大**，冰變成水的溫度越低，亦即**熔點越低**；

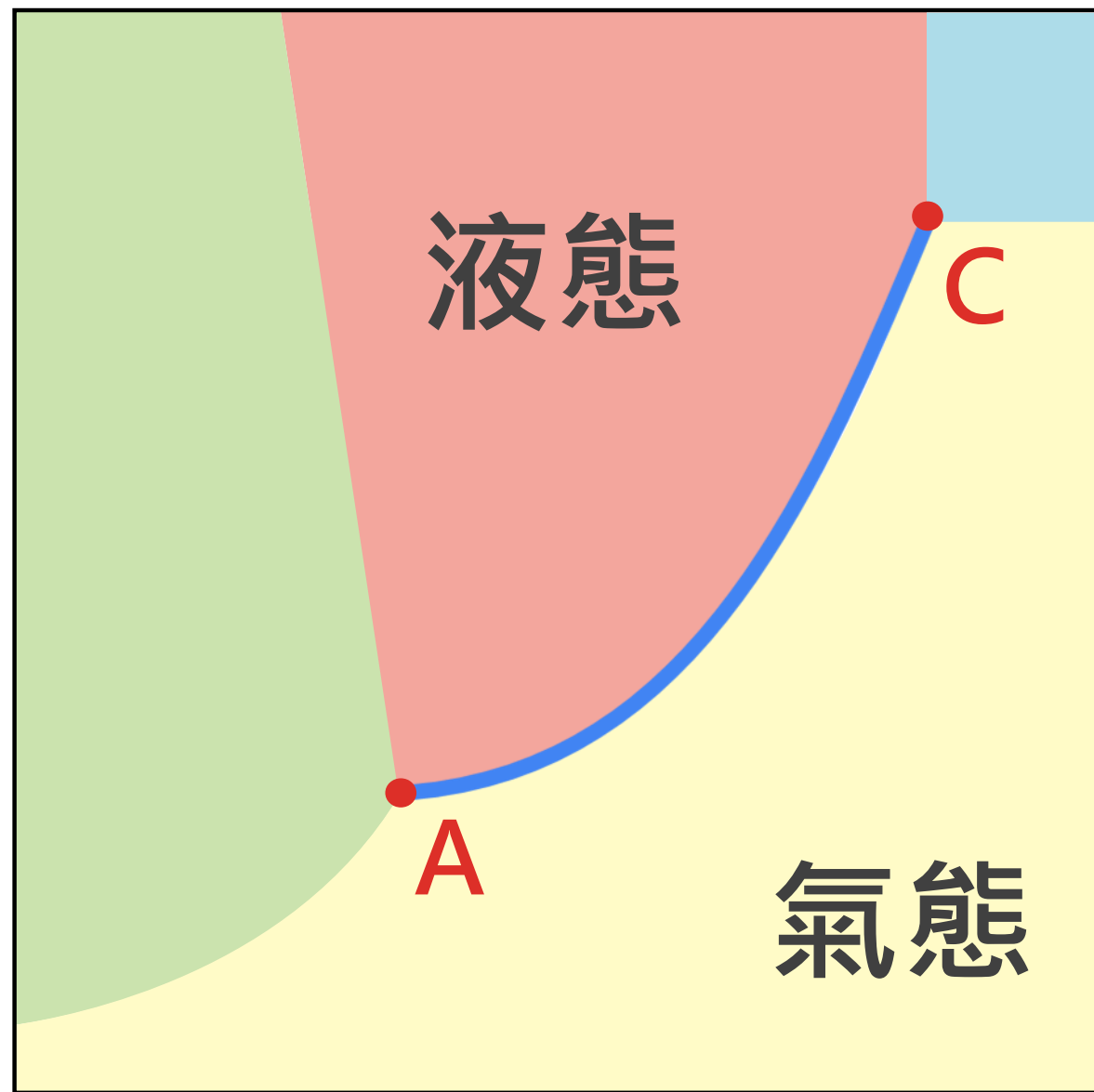
壓力
(atm)



【AC線段】

壓力
(atm)

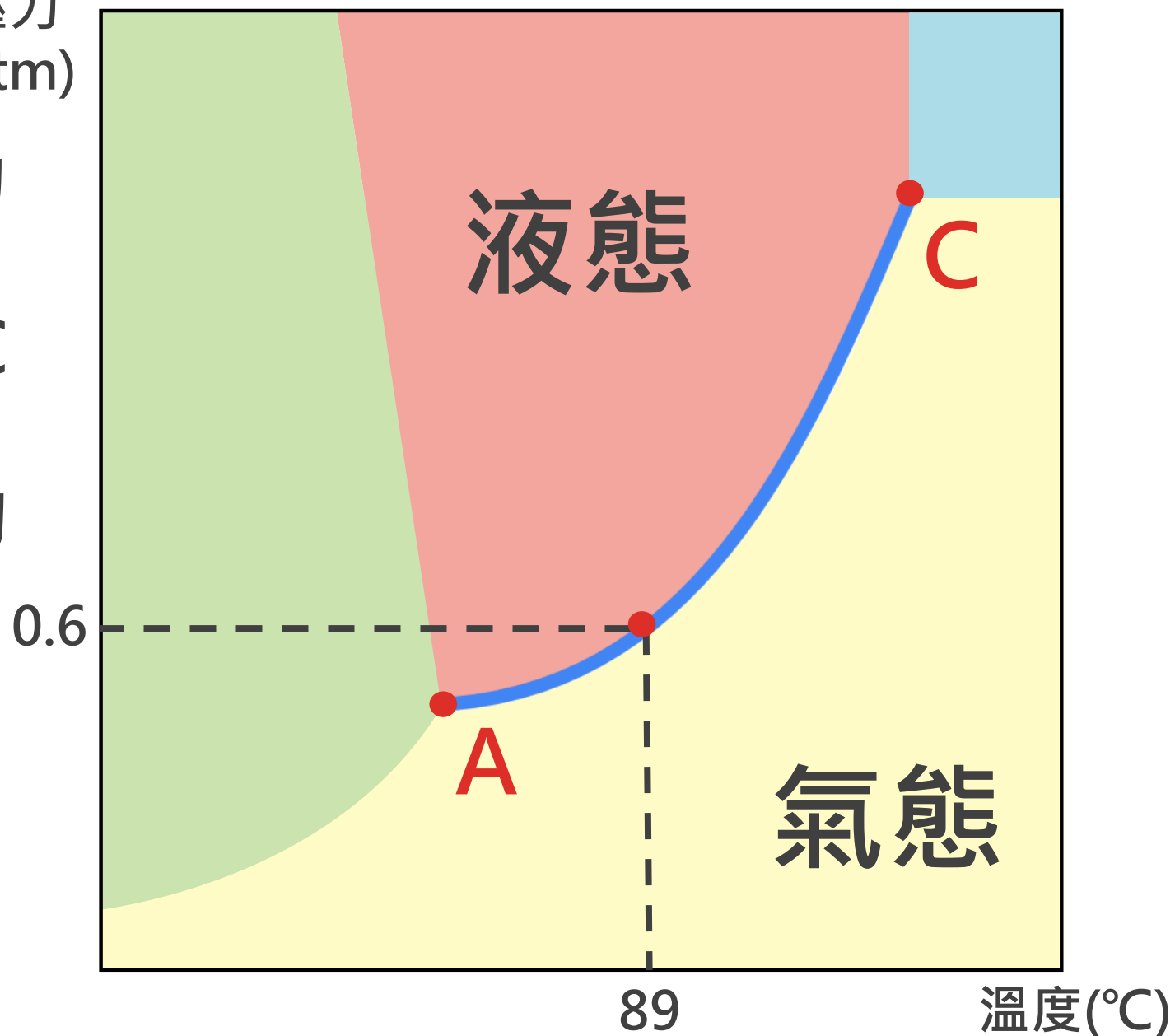
AC曲線則可看出，**壓力越大**，水變成水蒸氣的溫度**越高**，亦即**沸點越高**；



溫度(°C)

【AC線段】

例如，玉山上的大氣壓力約0.6大氣壓，水約在89°C時會沸騰，所以要將食物煮熟，得花上更長時間。

壓力
(atm)

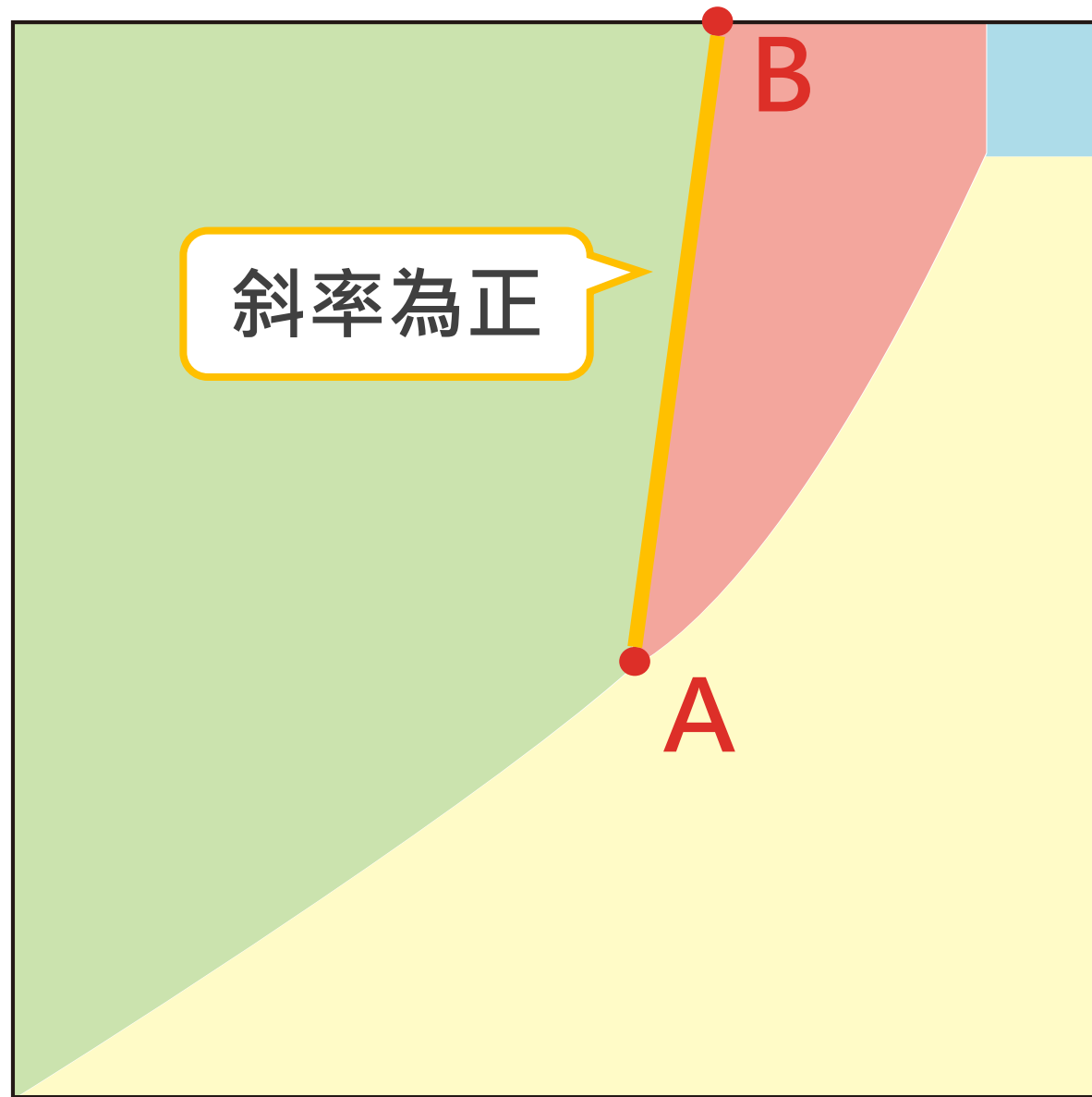
89

溫度(°C)

二氧化碳的相圖

壓力
(atm)

二氧化碳相圖中固、液共存曲線A'B'的斜率，和水的相圖曲線有明顯的差異。

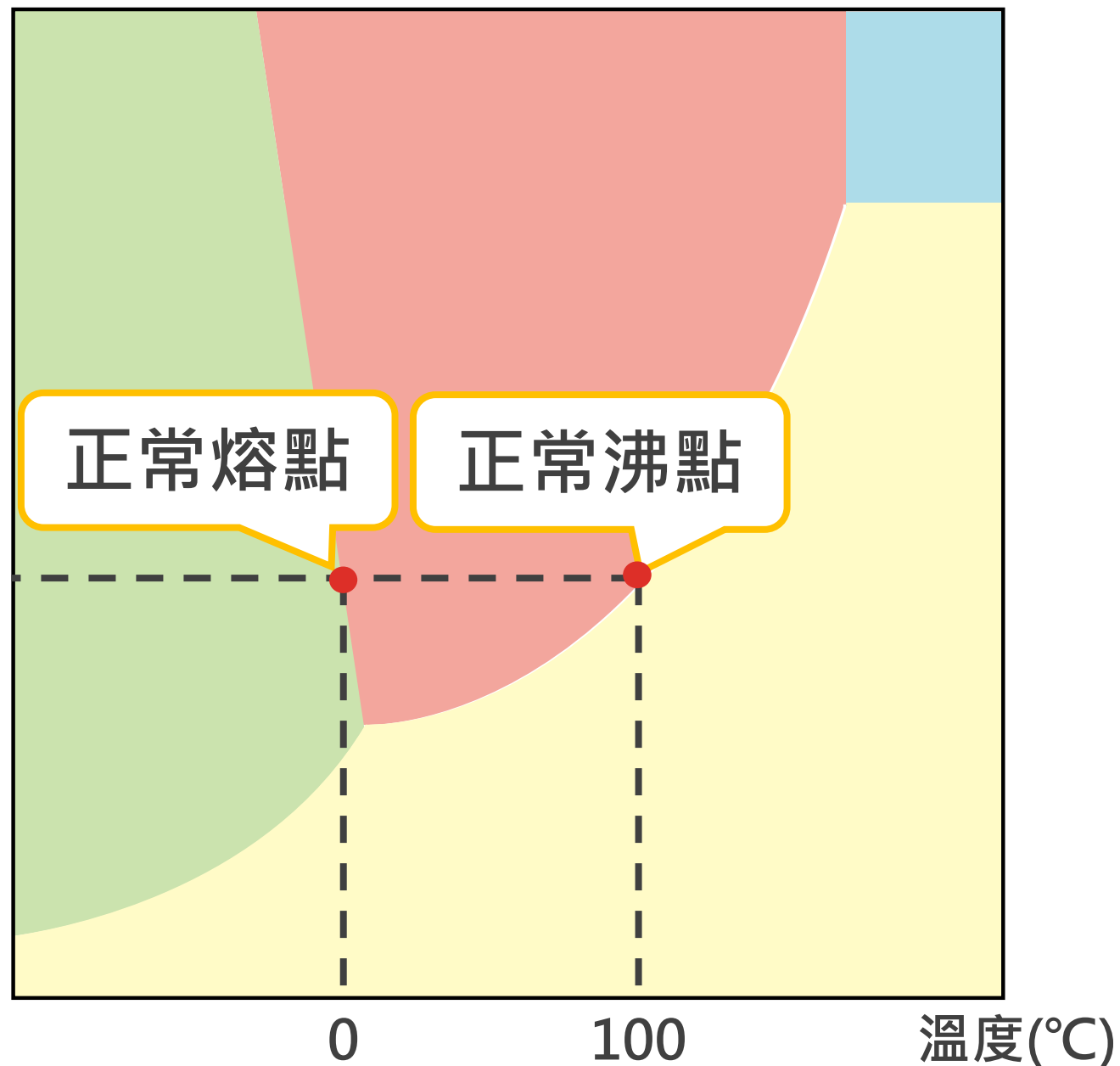


溫度(°C)

水的相圖

物質沸點和熔點在不同大氣壓力時不同，故定義一大氣壓下的沸點和熔點為正常沸點和正常熔點，如水的正常沸點和熔點分別為 100°C 和 0°C 。

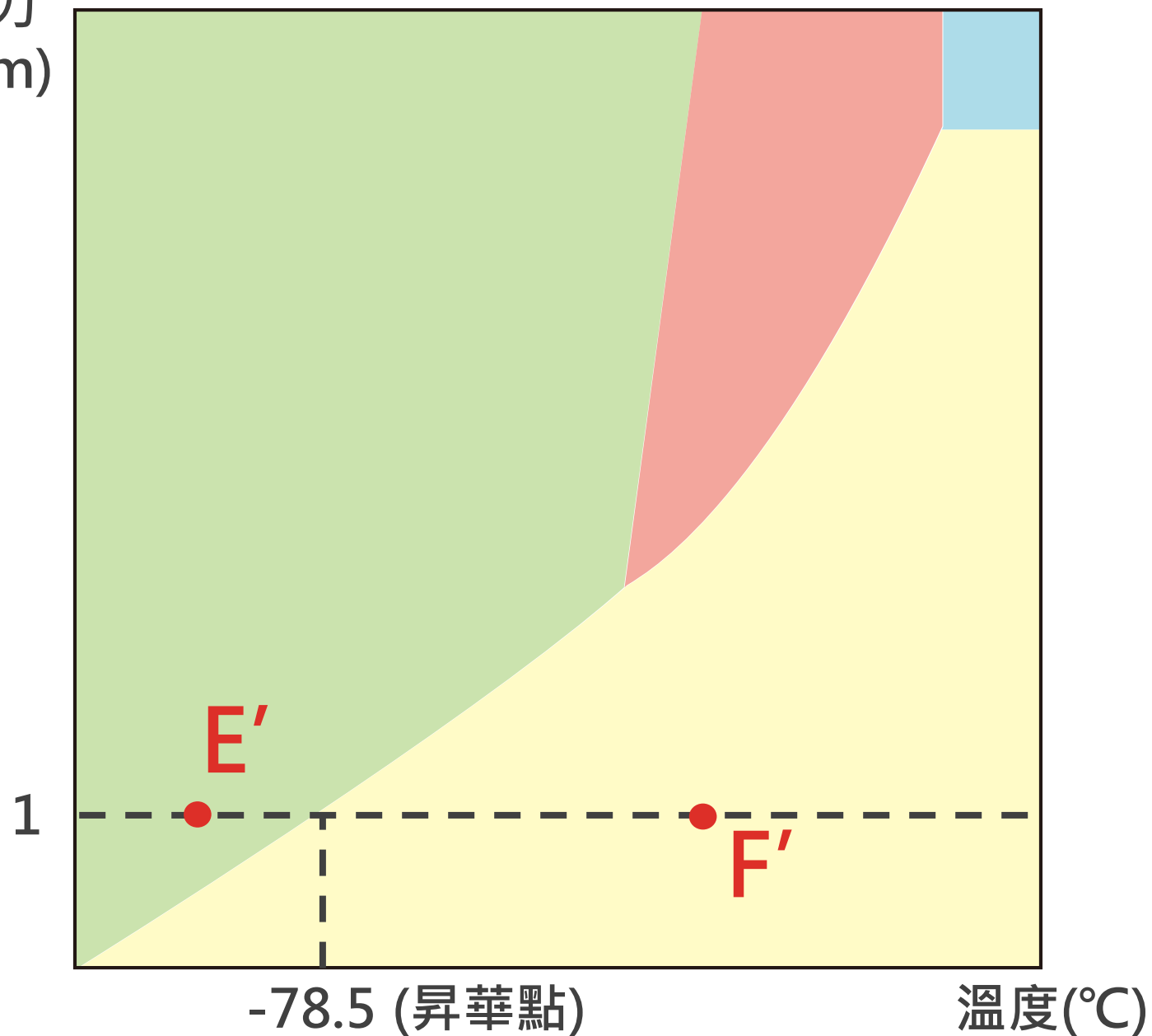
壓力
(atm)



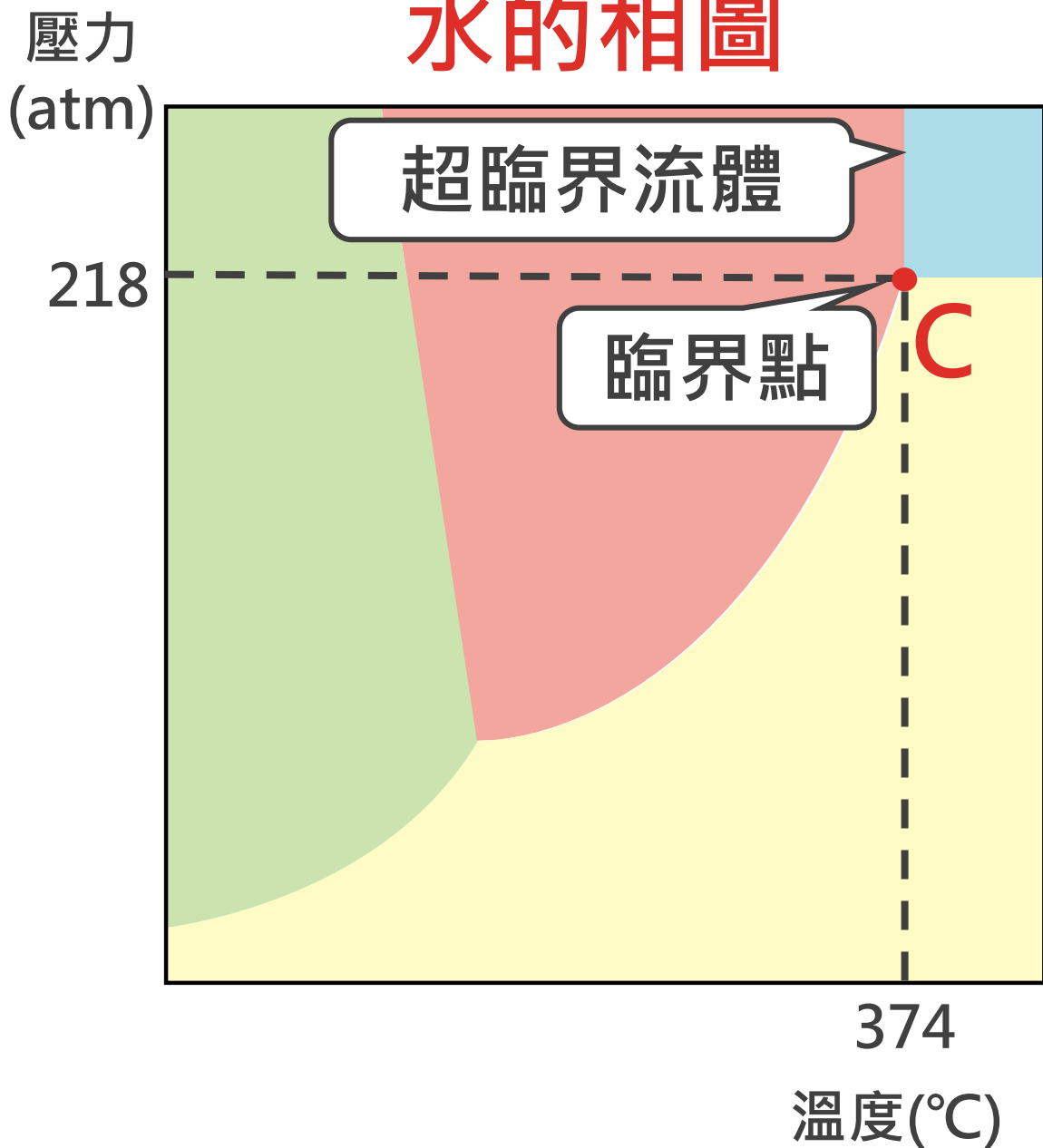
二氧化碳的相圖

壓力
(atm)

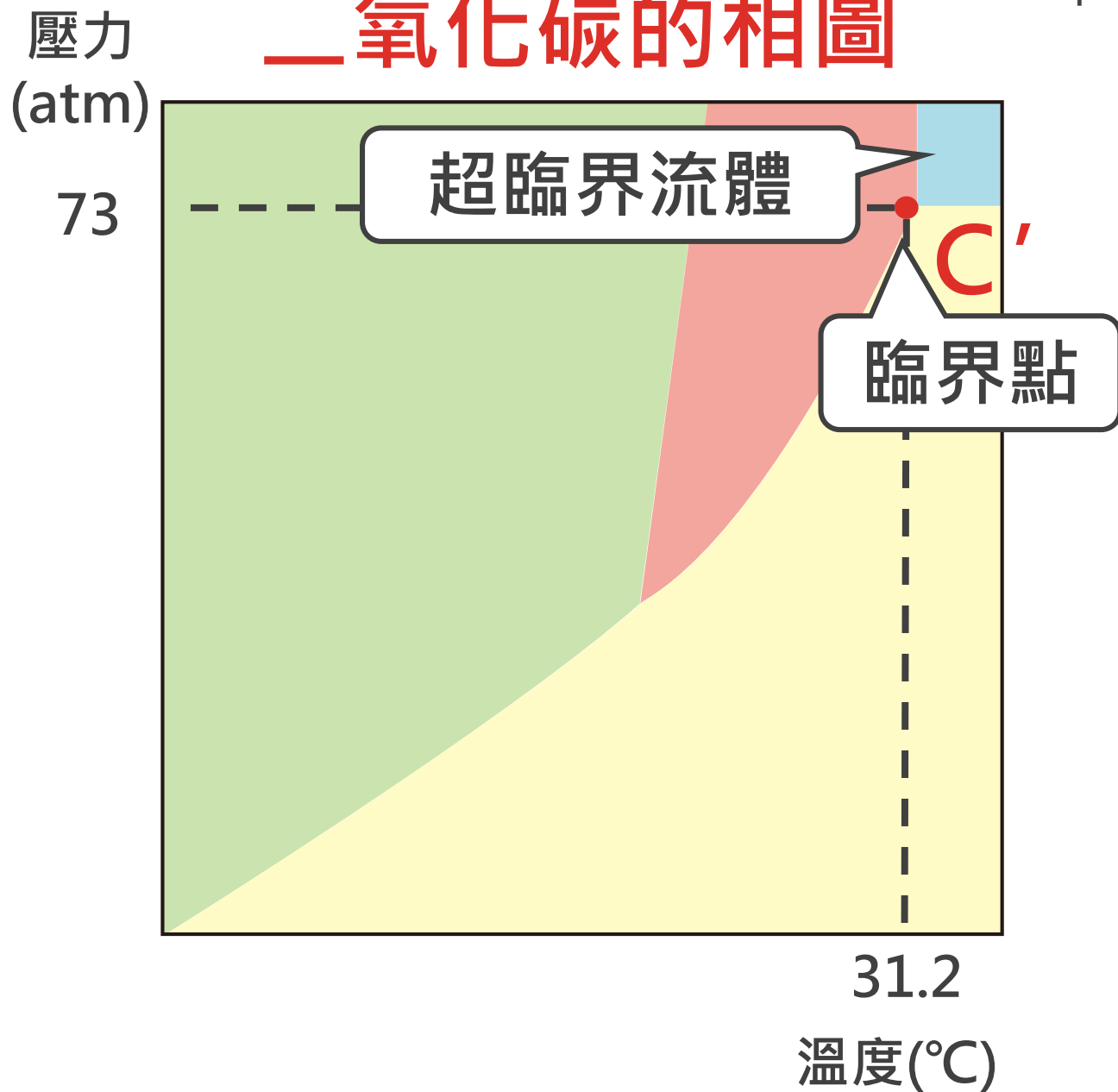
在此壓力下，乾冰由E'升
溫至至F'時，會由固體直
接昇華變氣體，昇華點
為 -78.5°C 。



水的相圖

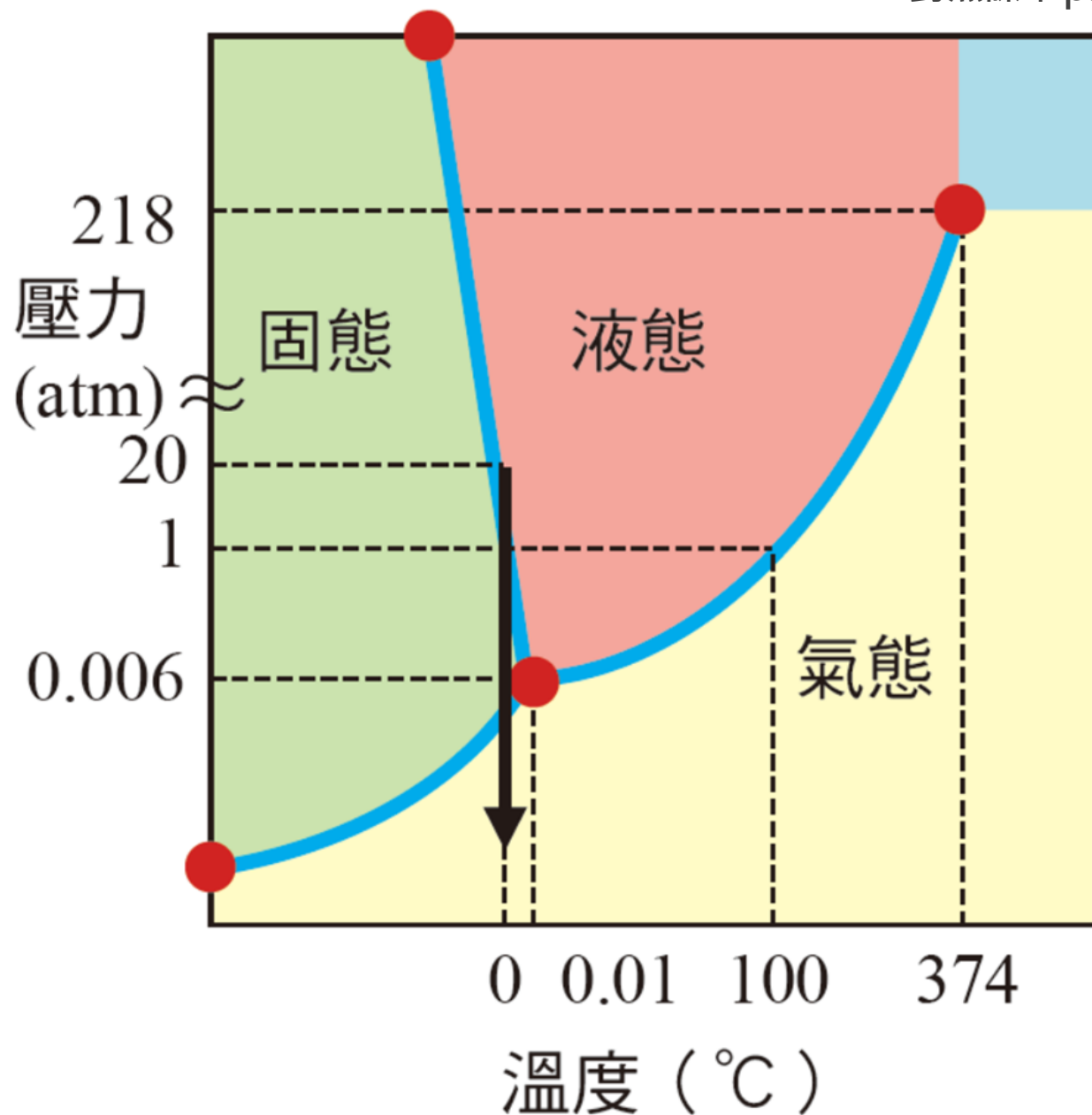


二氧化碳的相圖



例 1-2

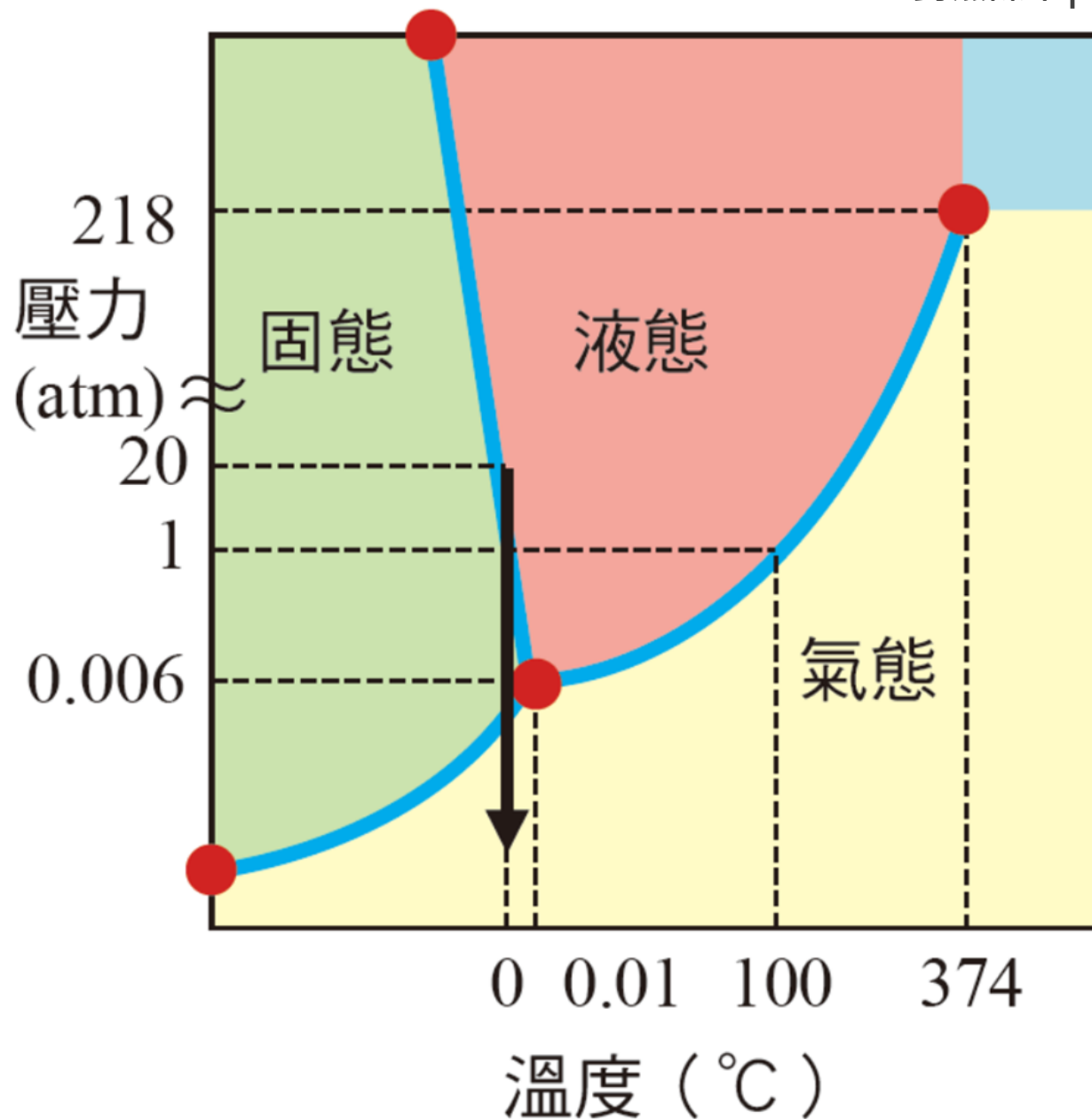
參考水的相圖，判斷
 0°C 、 20atm 的 H_2O ，
若在定溫下，逐漸降低
壓力至 0.001atm ，狀
態會如何變化。





解析

由附圖中黑色箭頭可知，
水的狀態變化為
液態→固態→氣態



練習 1-2

已知水之臨界溫度和壓力分別為 374°C 和 218atm ；三相點的溫度和壓力則分別為 0.01°C 和 0.006 大氣壓，在下列哪些條件下，水是以液態存在？（應選2項）

- (A) 380°C 、 200atm (B) 100°C 、 1.1atm
(C) 25°C 、 0.006atm (D) 0°C 、 2atm
(E) -1°C 、 1atm 。



解析

解 (B)(D)

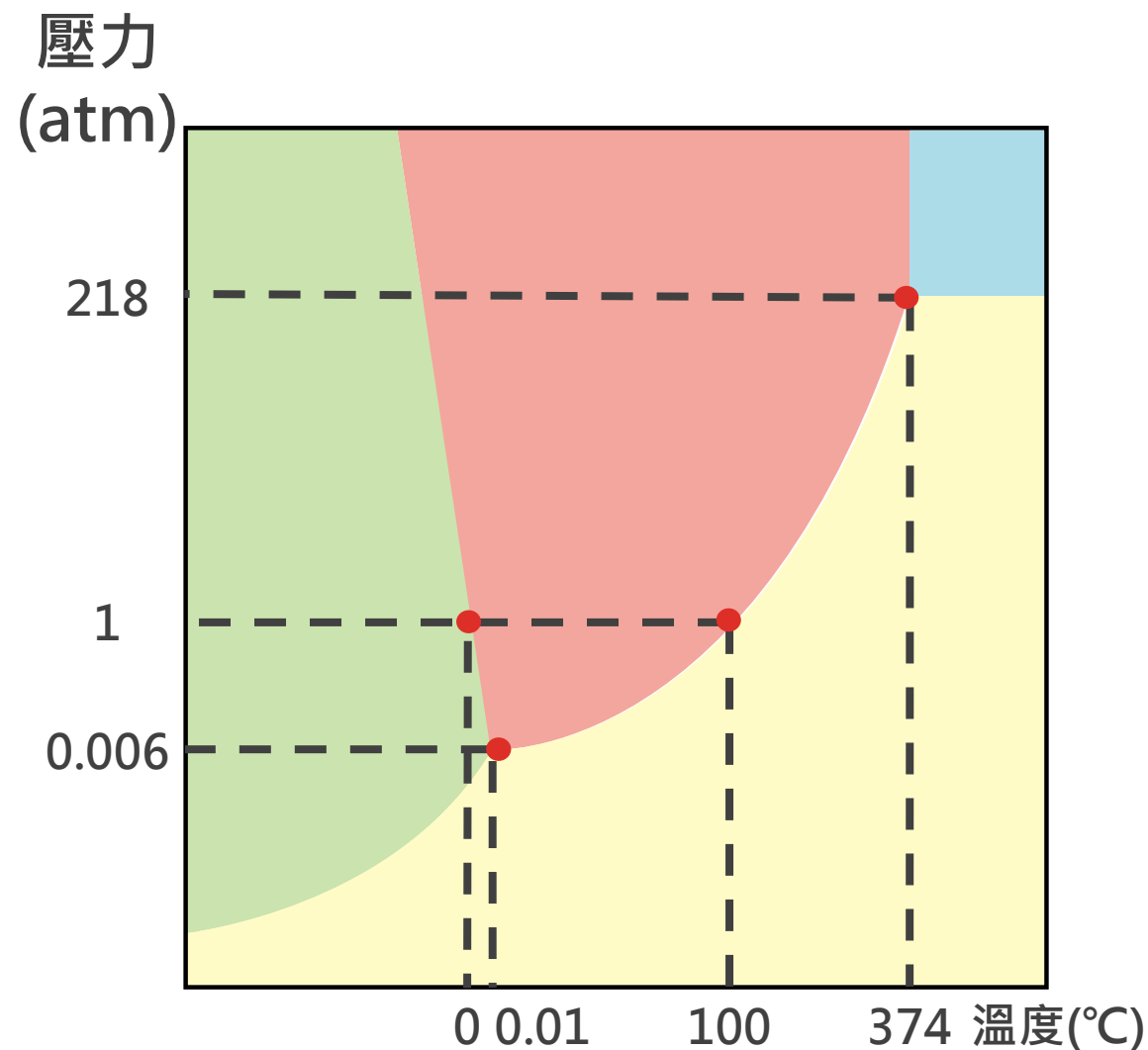
已知水之臨界溫度和壓力分別為 374°C 和 218atm ；三相點的溫度和壓力則分別為 0.01°C 和 0.006 大氣壓，在下列哪些條件下，水是以液態存在？（應選2項）

- (A) 380°C 、 200atm (B) 100°C 、 1.1atm
(C) 25°C 、 0.006atm (D) 0°C 、 2atm
(E) -1°C 、 1atm 。



解析

- (A) 380°C 、 200atm 為氣體
- (B) 100°C 、 1.1atm 為液體
- (C) 25°C 、 0.006atm 為氣體
- (D) 0°C 、 2atm 為液體
- (E) -1°C 、 1atm 為固體





超臨界流體的應用

咖啡作用

香醇咖啡具有提神、加速血液循環、利尿、加速代謝和解除頭痛等效果，是許多人鍾愛的飲料。

過量咖啡

過量的咖啡也帶來不少壞處，例如骨質流失加速、加重胃潰瘍症狀和影響睡眠等。

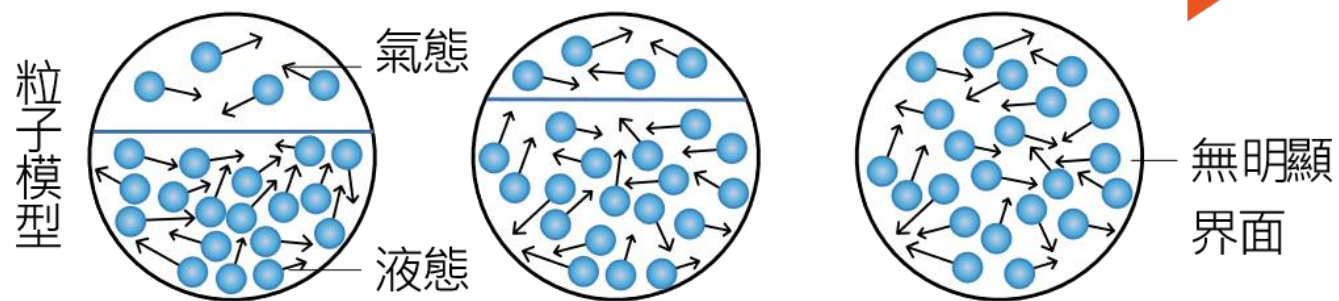
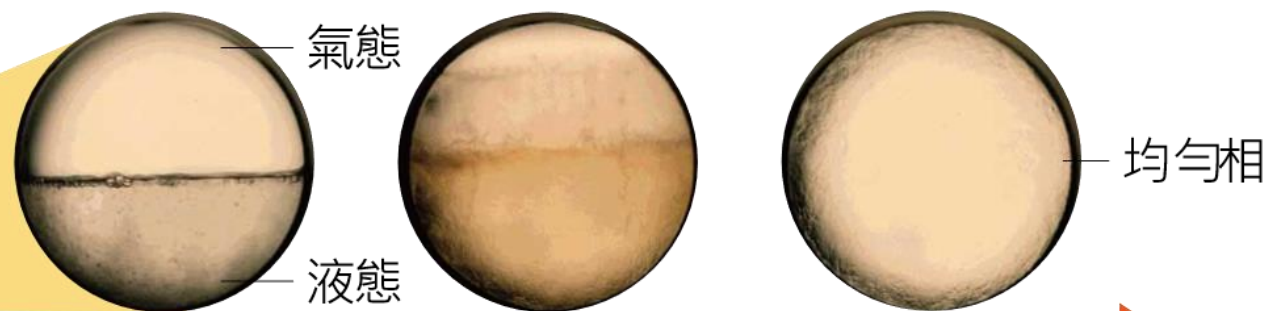
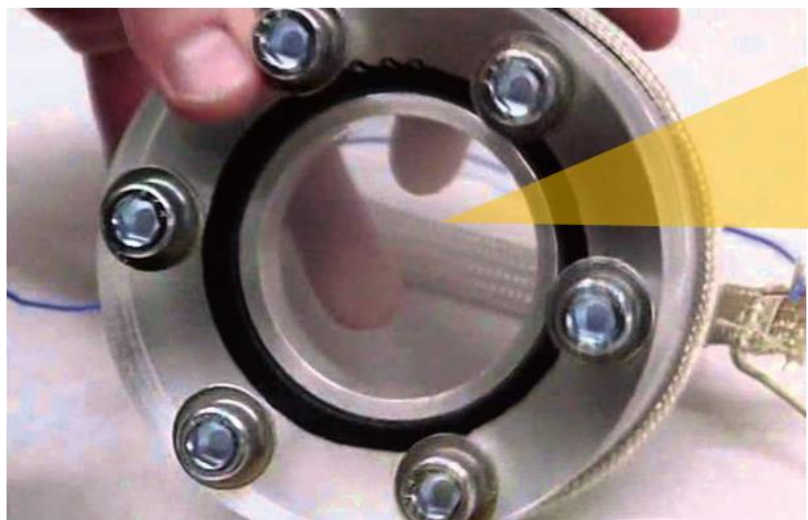


超臨界流體的應用

將二氧化碳加壓超過73atm，溫度上升到31.2°C以上，即可得到兼具液體和氣體特性的超臨界流體，利用二氧化碳超臨界流體比氣體具較高密度，且比液體更高擴散性的性質，可在不破壞原有的咖啡風味下，有效地萃取出咖啡因。



超臨界流體的應用



↑ 利用超臨界流體萃取出咖啡因

1-1.3 混合物的分離

分離混合物的常用方法包括：過濾、沉澱、傾析、結晶、昇華、蒸餾、萃取、色層分析等。國中已介紹過簡單的過濾和結晶法，而其他的方式，又是運用哪些原理來分離物質的呢？（可搭配P52課綱實驗「萃取、蒸餾和薄層層析」）



蒸餾法 - 原理



利用物質間沸點不同的差異來分離物質。將混合物放進蒸餾瓶加熱，沸點低的物質會先汽化，再經過冷凝管將蒸氣冷凝收集，即可與沸點高的物質分離。





植物精油的蒸餾



↑ 銅製的精油蒸餾器

許多植物的果實、花朵或莖部會散發出香味，這些香味是由植物所含的香味分子（通稱為精油）揮發而產生的。自植物中提煉精油最常見的方法是蒸氣蒸餾法。



植物精油的蒸餾

將植物含有精油的部分放入大蒸餾瓶加熱，使**植物精油汽化**，並從儲油細胞中釋放出來，冷凝後即可得到精油和純露（或稱花水，例如玫瑰花水）。玫瑰精油、茶樹精油和天竺葵精油等，都是利用這種方法製得。



萃取法 - 原理

萃取是利用物質在**不同溶劑中的溶解度差異**來分離物質，萃取所使用的溶劑必須和原混合物的溶劑**不互溶**，且對欲萃取溶質的溶解度要大於原混合物中的溶劑。

萃取法 - 茄紅素、咖啡因

例如在番茄醬汁中加入沙拉油，脂溶性的茄紅素會由番茄醬汁中移到對茄紅素溶解度較高的沙拉油中，並將茄紅素由番茄醬汁中分離出來。

此外，在茶水中加入適當的有機溶劑（如乙酸乙酯），也可萃取出茶水中的咖啡因。

分液漏斗

番茄醬汁

加入沙拉油
輕搖

茄紅素溶
於沙拉油

水層

利用沙拉油可將番茄醬汁中的茄紅素萃取出來



萃取咖啡因

在茶水中萃取咖啡因的實驗中，所使用的有機溶劑可以是乙醇嗎？



想一想解析

在茶水中萃取咖啡因的實驗中，所使用的有機溶劑可以是乙醇嗎？

解答：不可以，因為乙醇和水完全互溶。

層析法 - 原理

層析法是目前分離混合物較常用的方法之一，例如國中曾提及用濾紙色層分析來分離色素。此方法是利用不同物質對濾紙纖維（又稱固定相）附著力的差異來分離物質。

層析法 - 原理

選取適當的溶劑（稱為流動相或展開液）流經濾紙纖維時，對濾紙纖維附著力大的物質移動速度慢，附著力小者移動速度快，因而可將兩者分離。除了固定相外，流動相和分離物質間的作用力亦會影響分離的結果（如速度和分開的距離）。

薄層層析法 - 原理

薄層層析法(Thin Layer Chromatography，簡稱TLC)也是常用的層析法之一，不但可用於檢測，也可用於少量物質的分離。常見的固定相是鋁箔表面的矽膠層；流動相則視需要選擇不同性質的溶劑或混合液。

薄層層析法

例 1 - 3

下列有關各種分離物質方法的說明與應用，哪些正確？（應選2項）

- (A) 利用蒸餾法可以將沸點不同的物質分離
- (B) 利用丙酮可以萃取茶水中的咖啡因
- (C) 層析法是利用密度的差異將物質分離
- (D) 葉綠素和葉黃素因為對濾紙的附著力不同，可以用層析法加以分離
- (E) 利用蒸餾法可以蒸餾出紅墨水中的色素。



解析

解 (A)(D)

下列有關各種分離物質方法的說明與應用，哪些正確？（應選2項）

- (A) 利用蒸餾法可以將沸點不同的物質分離
- (B) 利用丙酮可以萃取茶水中的咖啡因
- (C) 層析法是利用密度的差異將物質分離
- (D) 葉綠素和葉黃素因為對濾紙的附著力不同，可以用層析法加以分離
- (E) 利用蒸餾法可以蒸餾出紅墨水中的色素。



解析

(B) 利用丙酮可以萃取茶水中的咖啡因

- 因為丙酮可以和水互溶，所以無法萃取茶水中的咖啡因。

(C) 層析法是利用密度的差異將物質分離

- 層析法是利用附著力的差異將物質分離。

(E) 利用蒸餾法可以蒸餾出紅墨水中的色素

- 利用蒸餾法可以蒸餾出紅墨水中沸點較低的水。

練習 1-3

混合物的分離法包含：

(A) 過濾 (B) 蒸發結晶 (C) 蒸餾 (D) 萃取 (E) 層析

下列常見的物質分離，分別是利用上述何種分離法呢？

練習 1-3 (A) 過濾 (B) 蒸發結晶 (C) 蒸餾 (D) 萃取 (E) 層析

- (1) 鹽田可利用日曬法從海水中製取粗鹽
- (2) 利用篩網將煮熟的麵條撈出
- (3) 以85°C的熱水沖泡瀘掛式咖啡
- (4) 用油溶出蕃茄中的茄紅素
- (5) 將水性色筆中的紫色色素分成紅色和藍色



解析

(A) 過濾 (B) 蒸發結晶 (C) 蒸餾 (D) 萃取 (E) 層析

- (1) 鹽田可利用日曬法從海水中製取粗鹽 - (B) 蒸發結晶
- (2) 利用篩網將煮熟的麵條撈出 - (A) 過濾
- (3) 以85°C的熱水沖泡瀘掛式咖啡 - (D) 萃取
- (4) 用油溶出蕃茄中的茄紅素 - (D) 萃取
- (5) 將水性色筆中的紫色色素分成紅色和藍色 - (E) 層析