

# 物質的狀態

- A 物質的三態 (國中理化複習)
- B 相變化與能量關係 (國中理化複習)
- C 三相圖 (高中課綱必修)

## A 物質的三態

各種物質在不同壓力與溫度下，會呈現不同的狀態，有固態、液態與氣態稱為物質的三態。而三態相互間的改變可以物質粒子間的凝聚(與距離或位能相關)和分散(與溫度或動能相關)來解釋之。

### 1. 固態

- (1) 粒子間的凝聚多於分散。
- (2) 低溫時粒子動能小，粒子間引力大，無法移動，只能在固定位置上振動，而有固定的體積與形狀。
- (3) 粒子間引力為三態中最大，距離最近，位能最小。
- (4) 粒子緊密堆積，使固態具有高密度和低壓縮性。當溫度升高時，可以增加粒子的動能(熱運動)，而使體積少許增加，但粒子間強大的凝聚力，使此效應不太明顯，故熱膨脹率非常小。

掌握觀念，得分必勝！

固體又可分為 晶形 固體與 非晶形 固體。

#### 1. 晶形固體：

- (1) 具有上述(1)(2)(3)(4)之固態性質。
- (2) 粒子堆積規則且由純質所組成，故有固定的熔點。
- (3) 一般所謂的固體是指晶形固體。
- (4) 如： $C_6H_{12}O_6(s)$ 、 $NaCl(s)$ ……等。

#### 2. 非晶形固體：

- (1) 仍具有上述(1)(2)(3)(4)之固態性質。
- (2) 粒子堆積並不規則，由多種粒子組成，故沒有一定的熔點，有時又被稱為粘性特大的過冷液體。
- (3) 如：玻璃、塑膠、柏油……等。

## 2. 液態

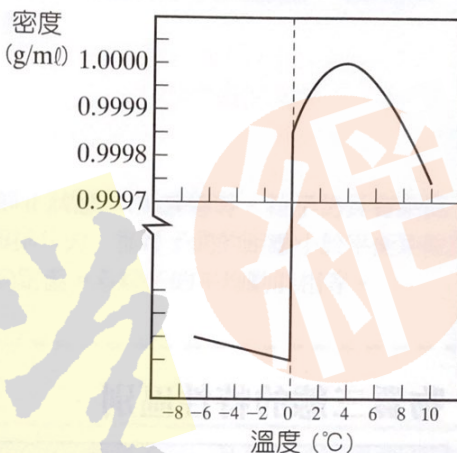
- (1) 粒子間凝聚和分散相差不大。
- (2) 粒子間引力大，使粒子彼此聚在一起，形成液態，有固定的體積。
- (3) 粒子具有足夠的動能，能振動、轉動及移動，沒有固定的形狀。
- (4) 粒子堆積仍緊密，即仍具有高密度(通常較固態小，但有少數例外，如： $\text{H}_2\text{O}$ )及低壓縮性(比固態大)。熱膨脹率亦很小。

## 深入研究

“熱脹冷縮”為一般人所熟知且視為理所當然之物理現象；但事實上對某些物質，“熱脹冷縮”並不恆成立，如水在 $4^\circ\text{C}$ 時，密度最大，為什麼？

## 解說

- ①  $4^\circ\text{C}$  以上：隨溫度升高，分子動能增大，振動使水體積變大，密度變小。
- ②  $0^\circ\text{C} \sim 4^\circ\text{C}$ ：隨溫度下降，水分子堆積排列冰之晶格，形成蜂窩狀空隙，體積變大，密度變小。



## 3. 氣態

- (1) 粒子間的分散多於凝聚。
- (2) 粒子間引力為三態中最小，距離最遠，位能最大。
- (3) 氣態粒子相互分離，彼此間距離很遠，故氣體具有低密度及高壓縮性，且熱膨脹率較大。
- (4) 沒有固定體積，也沒有固定形狀，粒子可以自由運動，充滿整個容器。
- (5) 我們所謂的氣體“體積”乃指氣體的“活動空間”非指氣體分子自身的體積。
- (6) 氣體分子在運動過程中可能與其它分子產生碰撞，也會撞擊容器壁，產生壓力。
- (7) 容器體積、溫度、氣體莫耳數都會影響氣體壓力；密閉容器內氣體壓力與單位時間撞擊器壁的次數及單位面積碰撞施力的大小有關。



## 物態(state)與物相(phase)

- ① 物質的均勻部份稱為相。
- ② 多種氣體混合時，若無化學反應，必成一相，如：空氣。
- ③ 多種液體混合時，若彼此可互溶，則只有一相，如  $C_2H_5OH_{(aq)}$ 。但若彼此不互溶時，則每種算一相，如：油與水混合物系有兩相。
- ④ 多種固體混合時，則無論數量多寡，每種均算一相。
- ⑤ 就純物質而言，物態與物相具有相同意義。

你應該知道

## 物質三態的特性區別

物性	固態	液態	氣態
體積和形狀	一定的體積，一定的形狀	一定的體積，不定的形狀；形狀隨容器變化	不定的體積，不定的形狀；形狀隨容器變化
粒子間距離	很近	稍大	最遠
粒子間作用力	最大	次之	最小
位能	最小	比固態稍大	最大
密度	高	高	低
可壓縮性*	小	小	大
熱膨脹率*	非常小	小	較大
擴散	極慢	慢	快
流動性	不流動	容易流動	流動快速
微觀現象	粒子保持一定的位 置及排列方式，在 固定位置上振動	粒子會自由移動， 有流動性	粒子可自由活動， 充滿整個容器。粒 子間距離最大

\*可壓縮性是改變壓力時，體積的變化；熱膨脹率是改變溫度時，體積的變化。

精選範例 1

下列對物質的敘述何者錯誤？

- (A) 物質僅能以固態、液態或氣態的形式存在 (B) 固體物質可分成晶體、準晶體與非晶體三種 (C) 物質狀態的改變，一定伴隨著熱量的變化 (D) 當固體靜止不動時，其內粒子的主要運動方式為振動。

【2012 清華盃】



(A)

- (A) 物質除了有固態、液態和氣態外，亦可以液晶和超臨界流體的形式存在  
 (B) 自從 1984 年以色列的薛契曼教授發表準晶體的報導後，固體物質可分成晶體、準晶體與非晶體三種。薛契曼教授於 2011 獲頒諾貝爾化學獎

動手 try ①

對物質的分子運動模型，下列敘述何者正確？

- (A) 固態時，粒子有固定的位置，故粒子是處於完全靜止狀態 (B) 液態時，粒子仍具有動能，除在原處振動外，尚可移動 (C) 粒子間有互相吸引力與排斥力，當粒子間的距離小於平衡距離時，排斥變得很大 (D) 粒子間的吸引力與距離成反比 (E) 定溫下各粒子的平均動能相等。

答 (B)(C)(E)

精選範例 2

對(甲)  $-3^{\circ}\text{C}$  的冰；(乙)  $4^{\circ}\text{C}$  的水；(丙)  $100^{\circ}\text{C}$  的水蒸氣，下列各物理性質的比較，何者正確？

- (A) 形狀：(乙)(丙)沒有一定 (B) 密度：(甲) $>$ (乙) $>$ (丙)  
 (C) 可壓縮性：(丙) $>$ (乙) $>$ (甲) (D) 熱膨脹率：(丙) $>$ (乙) $>$ (甲)  
 (E) 分子平均動能：(丙) $>$ (乙) $>$ (甲)。



(A)(C)(D)(E)

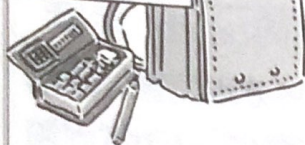
動手 try ①

下列敘述何者正確？

- (A) 對水溶解度：固態 $>$ 液態 $>$ 氣態 (B) 受熱的膨脹率：固態 $>$ 液態 $>$ 氣態 (C) 粒子間位能高低：固態 $<$ 液態 $<$ 氣態 (D) 某粒子在該狀態內的擴散速率：固態 $<$ 液態 $<$ 氣態 (E) 可壓縮性：固態 $<$ 液態 $<$ 氣態。

答 (C)(D)(E)

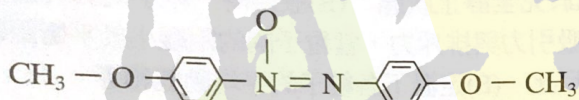




## 液晶(Liquid crystal)

① 1888年，奧地利的植物學家賴尼哲(Friedrich Reinitzer)進行植物中的膽石醇研究，熔解時意外發現這個化合物有兩個熔點：在145°C時會先變成乳白混濁的液狀物，179°C時才又轉變成透明的液體。再經由偏光顯微鏡觀察膽石醇的混濁狀態，證實是一種具有晶體性質的液體，即不屬於固態，也不屬於液態，但兼具兩者的特質，正式確認第四態－液晶的存在。

- ② 液晶研究是跨領域的，液晶現象由植物學家發現，性質經由物理學家鑑定，接著化學家找出自然界的液晶或人工合成出特殊性質的液晶，然後由凝態物理學家一一確定液晶分子的各種性質。經過化學家、凝態物理學家的努力，現今已知的液晶物質已達萬餘種。
- ③ 液晶主要成份為脂肪族、芳香族及多環化合物等有機物，它是一種介於固態和液態間的中間狀態；液晶既具有液體的流動性和表面張力，又呈現某些晶體的光學性質。在一定溫度範圍內(通常是-5~65°C之間)，具有類似固態晶體的折射、散射、透射等光學性質。
- ④ 液晶的材料很多，其分子多呈長桿形(見下圖)，例如對氧化偶氮苯甲醚(p-azoxyanisole, PAA)是一種液晶材料。



- ⑤ 液晶分子形狀多為細長棒狀或扁型板狀，液晶依排列型式可分為三種：向列型液晶，層列型液晶和膽石醇型液晶。三種液晶排列展現的物理特性和應用方向也不盡相同。液晶分子排列只要受到電場、磁場、熱、外力等刺激，就會變形，使液晶的特性改變。
- ⑥ 液晶螢幕顯像原理是利用液晶受電壓控制會改變排列方式，改變光線行徑的角度，在畫面上形成不同強度的明暗變化。目前液晶顯示器主要使用的是向列型液晶，以裝置的差異來分大約有三類：TN 液晶螢幕(TN 為 Twisted Nematic，扭轉向列型之意)、STN 液晶螢幕(STN 就是 Super Twisted Nematic，超扭轉向列型)及 TFT 液晶螢幕(Thin Film Transistor，薄膜電晶體)
- ⑦ TN 液晶螢幕是第一代液晶顯示螢幕，我們的手錶、時鐘、計算機、傳真機等使用的都是 TN 型的液晶螢幕。更進步的 STN 液晶螢幕，主要運用在中型螢幕，像行動電話、PDA、汽車導航系統、電子辭典等。目前最熱門的液晶螢幕是 TFT 液晶彩色螢幕(Thin Film Transistor LCD)，它的應用範圍最大，包括全平面電視、筆記型電腦、桌上型電腦螢幕、液晶投影機等產品。



## 小學堂



## 電漿(Plasma)

氣態時，電子在電場束縛下圍繞原子核旋轉。如果氣體被加熱，其電子的熱運動動能就會增加。一旦電子的熱運動動能超過原子核對它的束縛，電子就成為自由電子，這種過程稱之為電離。電離度為100%時，即氣體被完全電離，就成為我們所說的物質第四態－電漿，也稱為等離子體。這是最嚴格定義的電漿，但在實際應用中，部分電離的氣體，只要滿足一定的條件，也通稱為電漿。

因此，產生電漿的最簡單方法就是對氣體進行加熱使其電離，即成電漿。在實驗室和工業應用中，就是先把容器抽到比較高的真空，再充入所需要的氣體，但仍保持比大氣壓低的氣壓，然後再用放電或電磁波使氣體電離。

在地球表面上，自然存在的電漿雖然有，比如閃電、極光等，但不多。我們接觸到的大多數是人工製造的電漿，比如日光燈、霓虹燈、火箭的尾氣、電漿電視。實際上，據估計，在宇宙中，99%以上的已知物質是處於電漿態。現代天文知識告訴我們，很多星體，比如太陽，是處於電漿態，星體周圍的大氣及星際空間也充滿了電漿。就我們地球而言，大氣層以上的電離層，太陽風等等都存在著電漿。  
(摘自科學發展月刊 354 期)

## 精選範例 3

下列關於液晶彩色電視及電漿彩色電視比較的敘述，哪些是錯誤的？

- (A)兩者皆可接收來自空中電磁波的影像訊號 (B)兩者顯像過程皆需要外加電壓以建立電場 (C)兩者皆可顯示各種不同的色彩 (D)兩者皆是利用不同電場改變物質分子排列，造成各像素明暗差異 (E)兩者皆是利用電子撞擊螢光幕上紅、藍、綠三色的小點構成像素，來顯現色彩。

【101 學測】

★ (D)(E)

(1) 液晶顯示器(liquid crystal display，簡稱 LCD)：

- ① 平面超薄的顯示裝置，液晶顯示器是將液晶置於兩片導電玻璃之間，施以電壓，導致液晶分子因受電場作用而改變排列方式，以遮蔽或控制光的透射，使影像畫素產生明暗作用。液晶顯示器面板需要外加彩色濾光片，才能具有顯示彩色影像的功能。
- ② 在整個顯示器元件中，液晶扮演著光閥的作用；藉由不同的驅動電壓改變液晶的排列狀態，進而控制通過的光亮度，以達到彩色或灰階的顯示效果。

(2) 電漿顯示器(plasma display panel，簡稱 PDP)：

- ① 其發光原理乃是在真空玻璃管中注入惰性氣體，加電壓之後，使氣體產生電漿效應，放出紫外線，激發螢光粉而產生可見光，利用激發時間的長短來產生不同的亮度。
- ② 像素(pixel)：在電漿顯示器的面板上，想成有數十萬個以上被縮小化的日光燈聚集在一起，每一個稱為像素，每一個像素都是三個不同顏色(三原色)的電漿發光體所產生。在這些像素中所封入的氣體為氖與氬或氬與氙等惰性混合氣體。