

Ảnh các nguyên tử trên bề mặt đơn tinh thể mica chụp bằng hiển vi lực nguyên tử (AFM).

Thuật ngữ *trạng thái* có thể dùng để chỉ một dạng tập hợp của chất như : trạng thái khí, trạng thái lỏng, trạng thái rắn (trong trường hợp này có thể thay bằng thuật ngữ *thể*, như thể khí, thể lỏng, thể rắn), hoặc để chỉ một dạng tồn tại xác định bởi một số đại lượng nào đó. Ví dụ ta nói : một lượng khí được làm biến đổi từ trạng thái 1 (xác định bởi  $p_1, V_1, T_1$ ) sang trạng thái 2 (xác định bởi  $p_2, V_2, T_2$ ).

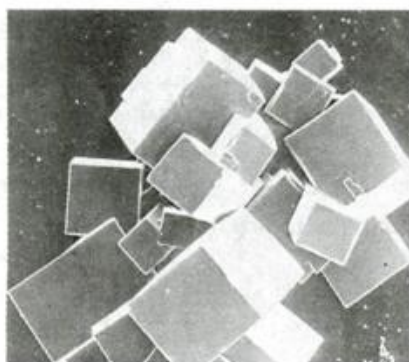
Tùy theo điều kiện ngoài, các chất có thể tồn tại ở một trong ba trạng thái : rắn, lỏng hay khí. Ta đã khảo sát trạng thái khí ở chương trên, sau đây ta lần lượt khảo sát trạng thái rắn và lỏng. Khác với khí, vật rắn hay khối lỏng có thể tích xác định khi nhiệt độ và áp suất không đổi. Riêng vật rắn còn giữ nguyên hình dạng.

### 1. Chất rắn kết tinh và chất rắn vô định hình

*Quan sát* : Cho bốn ảnh chụp của bốn vật rắn (Hình 50.1). Hình dạng bên ngoài của chúng có gì giống nhau, có gì khác nhau ?

Có thể phân chia các chất rắn thành hai loại : *chất rắn kết tinh* (như muối, thạch anh,...) và *chất rắn vô định hình* (như nhựa thông, hắc ín,...).

Về hình dạng bên ngoài, chất rắn kết tinh có *dạng hình học*, còn chất rắn vô định hình *không có dạng hình học*.



a) Muối ăn



b) Thạch anh



c) Nhựa thông



d) Hắc ín

Hình 50.1 Ảnh chụp bốn vật rắn

Một số chất (như lưu huỳnh, đường,...) có thể là chất rắn kết tinh hay chất rắn vô định hình tùy thuộc vào việc người ta làm chúng rắn lại như thế nào. Ví dụ nếu ta đun lưu huỳnh kết tinh cho nóng chảy ra (ở  $350^{\circ}\text{C}$ ), rồi làm nguội đột ngột bằng cách đổ lưu huỳnh nóng chảy này vào nước lạnh, thì ta có lưu huỳnh rắn vô định hình. Còn nếu ta để lưu huỳnh nguội dần dần cho đến khi đông đặc thì ta lại có lưu huỳnh kết tinh.

## 2. Tinh thể và mạng tinh thể

Các vật rắn có dạng hình học như vừa nói ở trên được gọi là các *tinh thể*.

Dùng những thiết bị hiện đại để khảo sát cấu trúc bên trong tinh thể, người ta thấy các hạt (nguyên tử, phân tử, ion,...) cấu tạo nên tinh thể chiếm những vị trí xác định, có trật tự và trật tự này được lặp lại tuần hoàn trong không gian. Dạng hình học của tinh thể có liên quan đến cấu trúc này.

Nếu ta không để ý đến bản chất các hạt tạo thành tinh thể mà chỉ để ý đến cách sắp xếp, cách phân bố các hạt trong không gian thì ta đi đến khái niệm *mạng tinh thể*.

Hạt ở mạng tinh thể có thể là ion dương hay âm (như ở mạng tinh thể muối ăn) (Hình 50.2), có thể chỉ là ion dương (như ở mạng tinh thể kim loại), có thể là nguyên tử (như ở tinh thể kim cương, silic, gemani,...) và có thể là phân tử (như tinh thể  $\text{CO}_2$ ). Giữa các hạt trong mạng tinh thể có lực tương tác. Lực này phụ thuộc vào bản chất của các hạt và sự liên kết giữa chúng. Lực tương tác này có tác dụng duy trì cấu trúc mạng tinh thể.

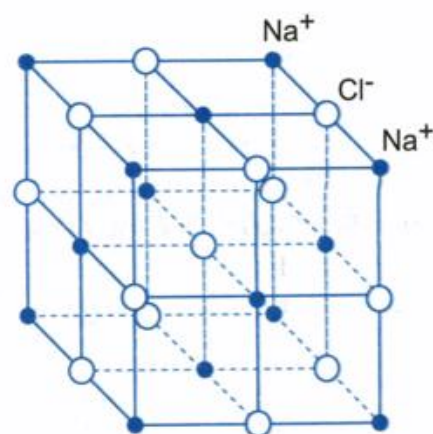
Một chất rắn có thể kết tinh theo nhiều kiểu cấu trúc tinh thể khác nhau. Chẳng hạn như carbon ở

**C1** Hãy quan sát các ảnh chụp của bốn vật rắn ở Hình 50.1 và nhận xét về hình dạng bên ngoài của chúng.

Nếu đập vỡ vụn hạt muối và nhìn vụn muối qua kính lúp, ta thấy các vụn muối vẫn có dạng hình học.

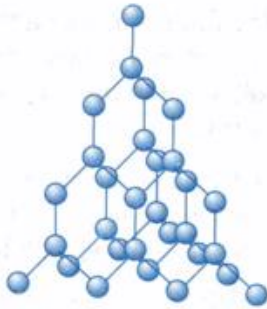
Nếu đập vỡ vụn cục nhựa thông, ta thấy vụn nhựa thông có hình dạng bất kì.

Như vậy xét về hình dạng bên ngoài thì vật rắn kết tinh dù bị vỡ nhỏ ra vẫn có dạng hình học.

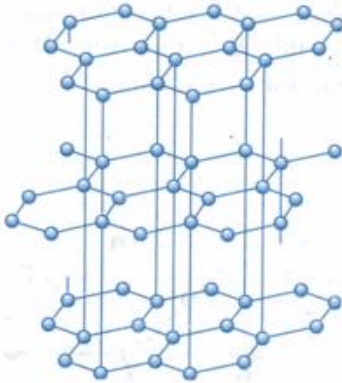


Hình 50.2 Cấu trúc tinh thể muối ăn

Mạng tinh thể là một mạng lưới mô tả cách phân bố trong không gian của các hạt cấu tạo nên tinh thể.



Hình 50.3 Cấu trúc tinh thể kim cương



Hình 50.4 Cấu trúc tinh thể than chì

trạng thái rắn có thể là *kim cương*, mà cấu trúc tinh thể được vẽ ở Hình 50.3, hay là *than chì*, mà cấu trúc tinh thể được vẽ ở Hình 50.4.

### 3. Vật rắn đơn tinh thể và vật rắn đa tinh thể

Một vật rắn được cấu tạo chỉ từ một tinh thể được gọi là *vật rắn đơn tinh thể*, ví dụ như hạt muối ăn (Hình 50.1a), đá thạch anh (Hình 50.1b). Một vật rắn được cấu tạo từ nhiều tinh thể con gắn kết hỗn độn với nhau được gọi là *vật rắn đa tinh thể*, ví dụ như một tấm kim loại, một thỏi kim loại.

### 4. Chuyển động nhiệt ở chất rắn kết tinh và chất rắn vô định hình

Thật ra, mỗi hạt cấu tạo nên tinh thể không đứng yên mà luôn dao động quanh một vị trí cân bằng được xác định trong mạng tinh thể. Do đó, chuyển động nhiệt ở chất rắn kết tinh chính là *dao động của mỗi hạt quanh một vị trí cân bằng xác định của mạng*.

Chuyển động nhiệt ở chất rắn vô định hình là *dao động của các hạt quanh vị trí cân bằng*. Các vị trí cân bằng này được phân bố theo kiểu *trật tự gần*, nghĩa là đối với một hạt nào đó thì các hạt khác gần kề nó được phân bố có trật tự (gần như ở trạng thái rắn kết tinh), song càng ra xa hạt nói trên thì không còn có trật tự như vậy nữa.

Các dao động nói trên phụ thuộc nhiệt độ. *Khi nhiệt độ tăng thì dao động mạnh lên.*

## 5. Tính dị hướng

Một tính chất đặc trưng của tinh thể là *tính dị hướng*. **Tính dị hướng ở một vật thể hiện ở chỗ tính chất vật lí theo các phương khác nhau ở vật đó là không như nhau.** Trái với tính dị hướng là *tính đẳng hướng*.

Tính dị hướng của tinh thể bắt nguồn từ sự dị hướng của cấu trúc mạng tinh thể. Ví dụ như ở tinh thể than chì, các nguyên tử cacbon được sắp xếp thành các mạng phẳng song song (Hình 50.4). Liên kết giữa các nguyên tử cacbon ở cùng mạng phẳng vững chắc hơn liên kết giữa các nguyên tử nằm ở hai mạng phẳng khác nhau, do đó tách than chì theo các lớp phẳng thì dễ dàng hơn nhiều so với tách than chì theo các phương khác. Đó là sự dị hướng của tính chất cơ của than chì.

Vật rắn đơn tinh thể có tính dị hướng vì chính nó là một tinh thể, mà tinh thể thì có tính dị hướng. Song vật rắn đa tinh thể lại không có tính dị hướng. Đó là vì các tinh thể con tạo thành vật được gắn kết với nhau một cách hỗn độn, nên tính dị hướng của mỗi tinh thể con sẽ bù trừ lẫn nhau, làm cho toàn vật trở nên có tính đẳng hướng.

Vật rắn vô định hình không có tính dị hướng vì nó không có cấu trúc tinh thể.

### CÂU HỎI

---

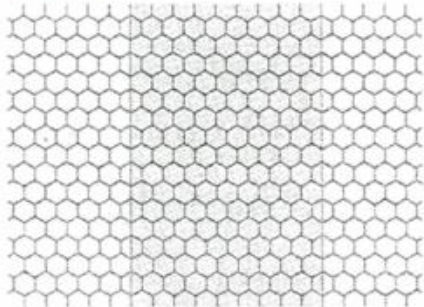
1. Nêu đặc trưng của cấu trúc vật rắn kết tinh.
2. Mô tả chuyển động nhiệt ở chất rắn kết tinh.
3. So sánh cấu trúc của vật rắn vô định hình với cấu trúc của vật rắn kết tinh.
4. Mô tả chuyển động nhiệt ở vật rắn vô định hình.
5. Tính dị hướng là gì? Hãy cho biết nguyên nhân của tính dị hướng ở vật rắn kết tinh.
6. Tại sao tính dị hướng lại không thể hiện ở vật rắn đa tinh thể?

**C2** Hãy lí giải câu nói : "Tính dị hướng của tinh thể bắt nguồn từ sự dị hướng của cấu trúc mạng tinh thể" qua việc xét mạng tinh thể lập phương vẽ ở Hình 50.2.

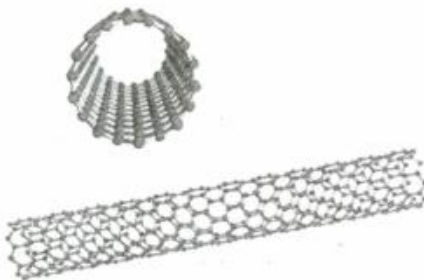
FULOREN VÀ ỐNG NANÔ CACBON



Hình 50.5 Fulơren



a) Lá graphit



b) Ống nanô cacbon

Hình 50.6 Minh họa cấu trúc ống nanô cacbon

Từ lâu người ta đã biết cacbon (C) có hai dạng cấu trúc tinh thể là kim cương và graphit (than chì). Song từ năm 1970 đã có những nhà khoa học nêu ra khả năng tồn tại của cacbon ở dạng cấu trúc tinh thể có hình một mặt cầu kín.

Đến năm 1985 thì Crô-to (Harold Kroto, ở Mĩ) và các cộng sự cho công bố một công trình trong đó đề xuất ý kiến cho rằng cacbon còn có một cấu hình mới, đó là phân tử  $C_{60}$  có cấu trúc giống như vỏ quả bóng tròn. Có thể coi đây là một dạng kết tinh thứ ba của cacbon gọi là *fulơren* (dựa theo tên của kiến trúc sư Fu-lơ (Bookminster Fuller, ở Mĩ), là người đã dùng cấu trúc tương tự để thiết kế các nhà mái vòm). Ta có thể hình dung phân tử  $C_{60}$  như sau : Các nguyên tử C nằm trên một mặt cầu bán kính  $R$  ở các đỉnh của một khối 32 mặt, trong đó 12 mặt là ngũ giác đều, 20 mặt là lục giác đều (Hình 50.5). Các cạnh đều có độ dài là  $a$  và liên hệ với  $R$  như sau :  $R = 2,478a$ . Các nguyên tử cacbon của một fulơren thì liên kết chặt hơn là các nguyên tử cacbon ở hai fulơren khác nhau. Cho đến nay, ngoài phân tử  $C_{60}$  người ta còn thu được các phân tử  $C_{70}$ ,  $C_{76}$ ,  $C_{84}$ ,  $C_{90}$  và  $C_{94}$ . Các phân tử này cũng có hình mặt cầu kín.

Gần đây, người ta còn phát hiện một dạng tinh thể thứ tư của cacbon, đó là ống *nanô cacbon*. Có thể hình dung ống nanô cacbon như là một lá graphit cuộn tròn lại, đường kính ống chỉ vào cỡ vài *nanômét* ( $1 \text{ nm} = 1.10^{-9} \text{ m}$ ), chiều dài có thể đến *micrômét* ( $\mu\text{m}$ ), hai đầu ống có cấu tạo như hai nửa quả bóng fulơren úp lại.

Fulơren và ống nanô cacbon trở thành vật liệu nanô có nhiều tính chất hoá lí lạ, có nhiều hứa hẹn trong khoa học và công nghệ hiện đại.