# BÀI TẬP VỀ TINH THỂ ION - TINH THỂ PHÂN TỬ

**DẠNG 1: Dựa vào cấu trúc mạng tinh thể để giải thích tính chất của các phân tử**

**Bài 1:**

Tại sao băng phiến và iot dễ dàng thăng hoa mà không dẫn điện? Biết rằng băng phiến thuộc mạng tinh thể phân tử?

**Bài giải:**

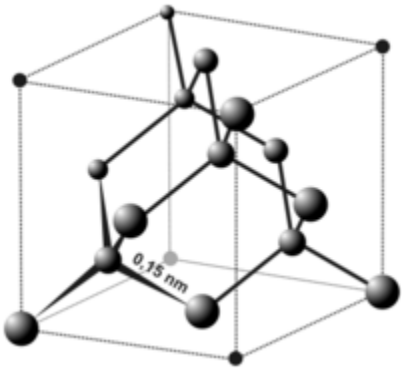
Cấu trúc mạng phân tử băng phiến và iot kém bền vững. Ở đầu nút mạng là những phân tử. Lực tương tác giữa các phân tử rất yếu nên băng phiến va iot dễ dàng bị thăng hoa.

Mạng tinh thể không chứa phân tử chuyển động tự do nên không dẫn điện.

**Bài 2:** Hãy mô tả cấu trúc của mạng tinh thể kim cương? Liên kết giữa các nguyên tử đó là kiểu liên kết gì? Cho biết tính chất của tinh thể kim cương?

**Bài giải:**

Kim cương thuộc loại tinh thể nguyên tử điển hình, trong đó mỗi nguyên tử cacbon tạo bốn liên kết cộng hóa trị bền với bốn nguyên tử cacbon lân cận nằm trên các đỉnh của hình tứ diện đều. mỗi nguyên tử cacbon ở đỉnh lại liên kết với bốn nguyên tử cacbon khác




.

Kim cương là vật chất cứng nhất được tìm thấy trong tự nhiên, với độ cứng là 10 trong thang độ cứng Mohs cho các khoáng vật. Độ giòn của kim cương chỉ từ trung bình khá đến tốt. Độ giòn chỉ khả năng khó bị vỡ của vật liệu. Độ giòn của kim cương một phần là do cấu trúc tinh thể của kim cương không chống chịu tốt lắm. Kim cương có rất nhiều màu sắc: không màu, xanh dương, xanh lá cây, cam, đỏ, tía, hồng, vàng, nâu và cả đen.

Kim cương sẽ cháy ở khoảng 800 °C, nếu có đủ ôxy.

Kim cương có khả năng tán sắc tốt, do có chiết suất biến đổi nhanh với bước sóng ánh sáng.

Kim cương không dẫn điện. Kim cương là một chất truyền nhiệt tốt bởi vì các nguyên tử được liên kết chặt chẽ với nhau.

**Bài 3:** Hãy so sánh sự khác nhau giữa tinh thể ion, tinh thể nguyên tử và tinh thể phân tử.

**Bài giải:**

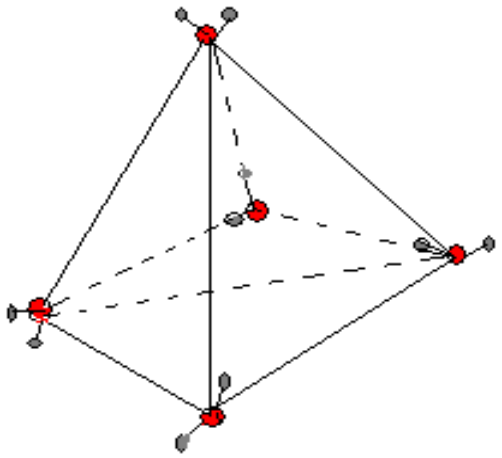
| Tinh thể | Ion | Nguyên tử | Phân tử |
|---|---|---|---|
| **- Ví dụ** | Muối ăn… | Kim cương, than chì, thiếc… | Iot, nước đá, băng phiến(long não)… |
| **- Nút mạng** | Các ion âm và ion dương | Nguyên tử | Phân tử |
| **- Lực liên kết** | Lực hút tỉnh điện lớn | Lực liên kết cộng hoá trị lớn | Lực tương tác yếu giữa các phân tử |
| **- Tính chất chung** | Khá rắn; $t^0$nóng chảy, $t^0$sôi cao. | Cứng; $t^0$nóng chảy, $t^0$sôi cao. | Mềm; $t^0$nóng chảy, $t^0$sôi thấp |

**Bài 4:** Tại sao thể tích của nước đá ở trạng thái đông đặc lớn hơn khi ở trạng thái lỏng?

**Bài giải**

Trong nước lạnh các phân tử H2O ở gần nhau hơn, không tuân theo 1 trật tự nào, liên kết với nhau bằng liên kết hiđro liên phân tử

Còn trong Nước đá có cấu trúc tinh thể phân tử : 4 phân tử $H_2O$ ở 4 đỉnh của tứ diện đều => nước đá có cấu trúc rỗng => có thể tích lớn hơn nước lạnh



**Cấu trúc tinh thể phân tử nước đá**

**Bài 5 :** Nước đá dễ tan, băng phiến dễ bay hơi, iot dễ thăng hoa => tại sao tinh thể phân tử lại dễ nóng chảy, dễ bay hơi như vậy?

**Bải giải :**

Ngay ở nhiệt độ thường, 1 phần tinh thể băng phiến, iot đã bị phá hủy, các phân tử tách rời ra khỏi mạng tinh thể và khuyếch tán vào không khí làm ta dễ nhận ra mùi của chúng.Trong tinh thể phân tử, các phân tử vẫn tồn tại như những đơn vị độc lập và hút nhau bằng lực tương tác yếu giữa các phân tử. Vì vậy chúng dễ nóng chảy, dễ bay hơi.

**Bài 6 :** Hãy mô tả cấu trúc tinh thể iot, tinh thể phân tử nước đá và nêu những tính chất của chúng?

**Bài giải :**

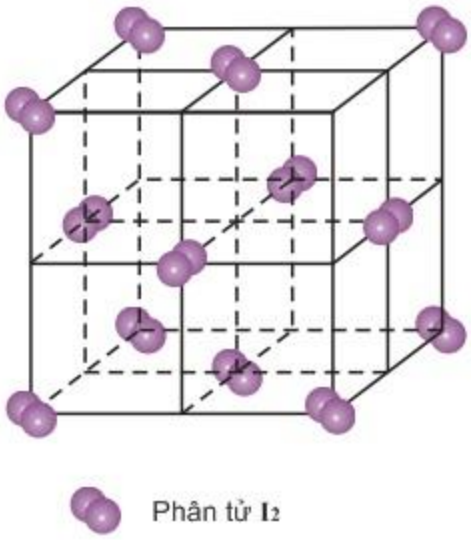
Mạng tinh thể phân tử của iot là lập phương tâm diện

Phân tử iot là phân tử hai nguyên tử, các phân tử iot nằm trên các đỉnh và tâm các mặt của hình lập phương, gọi là tinh thể lập phương tâm diện.

Tinh thể phân tử iot không bền, iot có thể chuyển thẳng từ thể rắn sang thể hơi (sự thăng hoa).

Lập phương tâm mặt (hay lập phương tâm diện): là cấu trúc lập phương với các nguyên tử nằm ở các đỉnh hình lập phương (8 nguyên tử) và 6 nguyên tử khác nằm ở tâm

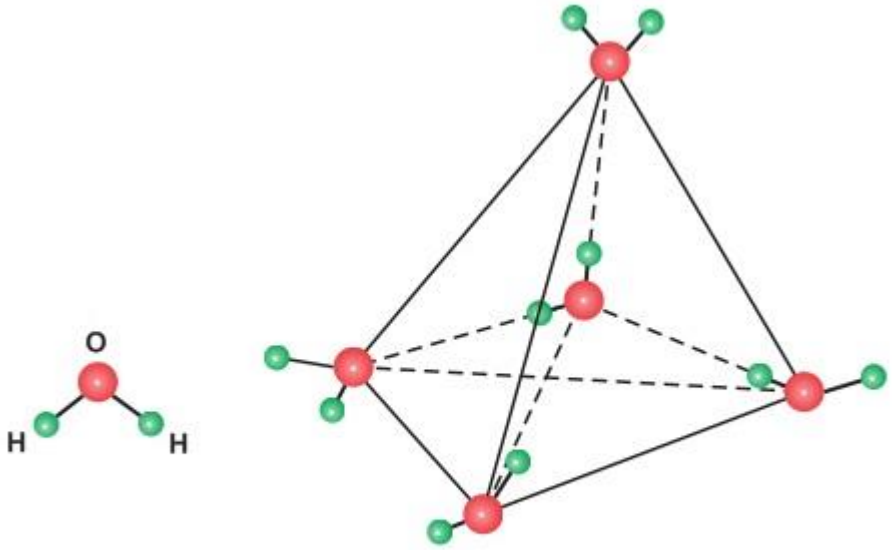
của các mặt của hình lập phương. Cấu trúc này chứa 4 nguyên tử trong một ô nguyên tố. Trong tinh thể học, cấu trúc lập phương tâm mặt được ký hiệu là fcc (Face-centered cubic).




**Hình 3.13.** *Mô hình mạng tinh thể phân tử iot*

b) Mạng tính thể phân tử của nước đá

Mạng tinh thể nước đá thuộc loại tinh thể phân tử. Mỗi phân tử liên kết với bốn phân tử khác gần nó nhất nằm trên bốn đỉnh của một hình tứ diện đều (hình 3.14).




**Hình 3.14.** *Mô hình mạng tinh thể phân tử nước đá*

Cấu trúc của tinh thể phân tử nước đá thuộc cấu trúc tứ diện, là cấu trúc rỗng nên nước đá có tỉ khối nhỏ hơn khi nước ở trạng thái lỏng, thể tích nước đá ở trạng thái đông đặc lớn hơn khi ở trạng thái lỏng.

## DẠNG 2: Xác đinh khối lượng riêng, số phối trí, độ đặc khít của các cấu trúc mạng

**<u>Bài 1:</u>**

Xác định Ic của từng loại cấu trúc mạng?

1. *Khối lượng riêng của tinh thể:* $\rho$

$$\rho = \frac{n.M}{N.Vtb}$$

n: Số đơn vị cấu trúc trong một tế bào cơ bản ( số quả cầu).

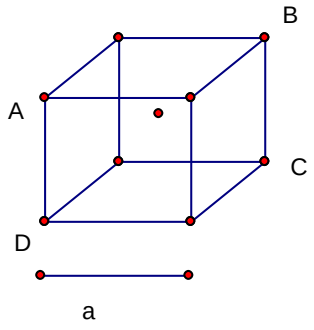
M : khối lượng phân tử của đơn vị cấu trúc.

Vtb: Thể tích của tế bào cơ bản.

N: số Avôgađrô.

**<u>Bài 2:</u>**

Xác định Ic, P và bán kính của quả cầu kim loại trong mạng lập phương tâm khối. Biết:




**Bài giải:**

Theo mô hình ta có: DC = $a\sqrt{2}$

AC = 4R. ( với R là bán kính của quả cầu).

Xét tam giác: ADC là tam giác vuông tại D:

⇨ $AC^2 = AD^2 + DC^2$

⇔ $(4R)^2 = a^2 + 2a^2 = 3a^2$

⇨ $R = a\frac{\sqrt{3}}{4}$.

mỗi quả cầu ở đỉnh đóng góp 1/8 . Và ở tâm có một quả

⇨ n = 2 hay có hai quả cầu trong một cấu trúc cơ bản.

Vtb = $a^3$

Vc = $\frac{4}{3}\pi R^3$

Lắp vào công thức => P = 0,68.

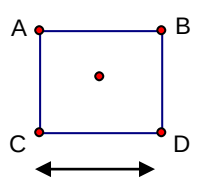
Vậy trong mạng lưới lập phương tâm khối: độ đặc khít 68%

% lỗ trống: 32%.

Ic = 8.

**<u>Bài 3:</u>**

Xác định R, P, Ic của cấu trúc lập phương tâm diện biết:




a

**<u>Bài giải</u>**

Theo mô hình => AD = 4R

mà tam giác vuông tại C => $AD^2 = AC^2 + CD^2$

$R = a\frac{\sqrt{2}}{4}$

Số đơn vị cấu trúc:

+ mỗi quả cầu ở đỉnh đóng góp 1/8

+ mỗi quả cầu trên mặt đóng góp ẵ

⇨ n = 4.

Ic = 12.

thay các giá trị vào ta có: P = 0,74

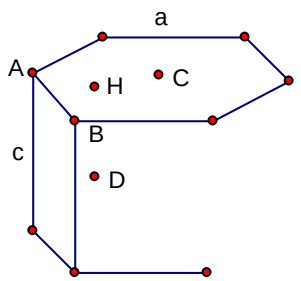
Vậy trong mạng lập phương tâm diện:

- độ đặc khít là 74%
- % các lỗ trống là 26%.

**<u>Bài 4:</u>**

Tìm R, Ic, P cho cấu trúc lục phương đặc khít.

Biết:




Với DH vuông góc với ABC

**<u>Bài giải</u>**

Theo mô hình ta có: AC = CB = 2R ( tam giác ABC cân tại C)

Mặt khác góc ACB = $60^0$ vì vậy tam giác ABC đều

⇨ AB = a = 2R hay R = a/2

Ta có tứ diện ABCD là tứ diện đều vì các cạnh đều bằng 2R

Với DH vuông góc với ABC => DH = c/2 theo giả thiết.

H là trực tâm của tam giác ABC

⇨ AH = $\frac{2}{3}a\frac{\sqrt{3}}{2} = a\frac{\sqrt{3}}{3}$

Tam giác AHD vuông góc tại H.

⇨ $AD^2 = AH^2 + HD^2$

$a^2 = c^2/4 + a^2/3$

c = $a\frac{2\sqrt{2}}{3}$

Số đơn vị cấu trúc:

+ Mỗi quả cầu ở đỉnh đóng góp 1/6.

+ mỗi quả cầu ở mặt đóng góp 1/2

+ mỗi quả cầu ở trong đóng góp 1

n = 3 + 2 + 1 = 6.

Vtb = c.S(đáy)

Thay các giá trị vào biểu thức tính ta được:

độ dặc khít : 74%

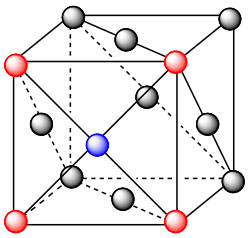
% lỗ trống : 26%

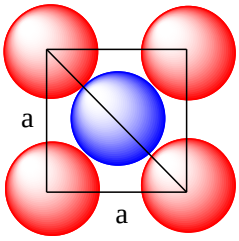
Ic = 12.

**Bài 5:**

Tính khối lượng riêng của tinh thể Ni, biết Ni kết tinh theo mạng tinh thể lập phương tâm mặt và bán kính của Ni là 1,24 $\overset{0}{A}$

**Giải:**






$a\sqrt{2} = 4.r$

a = $\frac{4r}{\sqrt{2}} = \frac{4.1,24}{\sqrt{2}} = 3,507(\overset{0}{A})$ ; $P$ = 0,74

Khối lượng riêng của Ni:

$\frac{3.58,7.0,74}{4.3,14.(1,24.10^{-8})^3.6,02.10^{23}}$ =9,04 (g/cm$^3$)

**Bài 6:** Đồng kết tinh theo kiểu lập phương tâm diện.

Tính khối lượng riêng của đồng theo g/ cm$^3$. Cho Cu = 64.

**Giải:**

Số nguyên tử Cu trong mạng tinh thể: $8.\frac{1}{8} + 6.\frac{1}{2} = 4$

$$d_{Cu} = \frac{m}{V} = \frac{4.M_{Cu}}{a^3} = \frac{4.64g}{6,02.10^{23}.(3,62.10^{-8}cm)^3} = 8,96g/cm^3$$

**<u>Bài 7</u>**. Từ nhiệt độ phòng đến 1185K sắt tồn tại ở dạng $Fe_\alpha$ với cấu trúc lập phương tâm khối, từ 1185K đến 1667K ở dạng $Fe_\gamma$ với cấu trúc lập phương tâm diện. ở 293K sắt có khối lượng riêng d = 7,874g/cm$^3$.

a) Tính khối lượng riêng của sắt ở 1250K (bỏ qua ảnh hưởng không đáng kể do sự dãn nở nhiệt).

Thép là hợp kim của sắt và cacbon, trong đó một số khoảng trống giữa các nguyên tử sắt bị chiếm bởi nguyên tử cacbon. Trong lò luyện thép (lò thổi) sắt dễ nóng chảy khi chứa 4,3% cacbon về khối lượng. Nếu được làm lạnh nhanh thì các nguyên tử cacbon vẫn được phân tán trong mạng lưới lập phương nội tâm, hợp kim được gọi là martensite cứng và dòn. Kích thước của tế bào sơ đẳng của $Fe_\alpha$ không đổi.

c) Hãy tính số nguyên tử trung bình của C trong mỗi tế bào sơ đẳng của $Fe_\alpha$ với hàm lượng của C là 4,3%.

d) Hãy tính khối lượng riêng của martensite. (cho Fe = 55,847; C = 12,011;

số N = 6,022. $10^{23}$ )

HD: a) ở nhiệt độ 1250 sắt tồn tại dạng $Fe_\gamma$ với cấu trúc mạng lập phương tâm diện.

Có: $a = 2\sqrt{2}.r = 2\sqrt{2}.1,24 = 3,51\overset{0}{A}$ ; $d_{Fe} = \dfrac{4.55,847g}{6,022.10^{23}.(3,51.10^{-8}cm)^3} = 8,58g/cm^3$

c) Số nguyên tử trung bình của C trong mỗi tế bào sơ đẳng của $Fe_\alpha$ là:

$$\frac{m_C}{12,011} = \frac{\%C.m_{Fe}}{\%Fe.12,011} = \frac{4,3.2.55,847}{95,7.12,011} = 0,418$$

d) Khối lượng riêng của martensite: $\dfrac{(2.55,847 + 0,418.12,011)g}{6,022.10^{23}.(2,87.10^{-8}cm)^3} = 8,20g/cm^3$

**<u>Câu 8.</u>** Cho rằng hạt nhân nguyên tử và chính nguyên tử H có dạng hình cầu. Hạt nhân nguyên tử hiđro có bán kính gần đúng bằng $10^{-15}$ m, bán kính nguyên tử hiđro bằng 0,53 $\times 10^{-10}$ m.

Hãy xác định khối lượng riêng của hạt nhân và nguyên tử hiđro.

(cho khối lượng proton = khối lượng nơtron ≈ 1,672 $\times 10^{-27}$ kg

khối lượng electron = 9,109 $\times 10^{-31}$ kg)

**Hướng dẫn**

♣ Khối lượng hạt nhân nguyên tử hiđro chính là khối lượng của proton = $1,672 \times 10^{-27}$ kg

+ Thể tích hạt nhân nguyên tử hiđro bằng

$$V = \frac{4}{3} \times \pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3,14 \times (10^{-15})^3 = 4,19 \times 10^{-45} \ (m^3)$$

Khối lượng riêng của hạt nhân nguyên tử hiđro bằng:

$$D = \frac{1,672 \times 10^{-27}}{4,19 \times 10^{-45}} = 3,99 \times 10^8 \ (\text{tấn}/m^3)$$

+ Thể tích gần đúng của nguyên tử hiđro là:

$$\frac{4 \times 3,14 \times (0,53 \times 10^{-10})^3}{3} = 0,63 \times 10^{-30} \ (m^3)$$

+ Khối lượng của nguyên tử hiđro (tính cả khối lượng của electron) = $1,673 \times 10^{-27}$ kg

Khối lượng riêng của nguyên tử hiđro bằng

$$\frac{1,673 \times 10^{-27}}{0,63 \times 10^{-30}} = 2,66 \times 10^3 \ (kg/m^3) = 2,66 \times 10^3 \ (g/cm^3)$$

**<u>Bài 9</u>**: Xác định khối lượng riêng của Na, Mg, K.

**<u>Giải:</u>** Xác định khối lượng riêng của các kim loại trên theo công thức:

$D = \frac{3.M.P}{4\pi r^3.N_A}$ Sau đó điền vào bảng và so sánh khối lượng riêng của các kim loại đó, giải thích kết quả tính được.

| Kim loại | Na | Mg | Al |
|---|---|---|---|
| Nguyên tử khối (đv.C) | 22,99 | 24,31 | 26,98 |
| Bán kính nguyên tử ($\overset{0}{A}$) | 1,89 | 1,6 | 1,43 |
| Mạng tinh thể | Lptk | Lpck | Lptm |
| Độ đặc khít | 0,68 | 0,74 | 0,74 |
| Khối lượng riêng lý thuyết ($g/cm^3$) | 0,919 | 1,742 | 2,708 |
| Khối lượng riêng thực nghiệm | 0,97 | 1,74 | 2,7 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ($g/cm^3$) | | | |

Nhận xét: Khối lượng riêng tăng theo thứ tự: $D_{Na} < D_{Mg} < D_{Al}$. Là do sự biến đổi cấu trúc mạng tinh thể kim loại, độ đặc khít tăng dần và khối lượng mol nguyên tử tăng dần

**DẠNG 3: Xác định bán kính, canh của hình và khoảng cách ngắn nhất giữa hai tâm của hai nguyên tử trong mạng tinh thể**

**<u>Bài 1:</u>** Đồng kết tinh theo kiểu lập phương tâm diện.

Tính cạnh của hình lập phương của mạng tinh thể và khoảng cách ngắn nhất giữa hai tâm của hai nguyên tử đồng trong mạng, biết nguyên tử đồng có bán kính bằng $1,28A^0$.

**<u>Giải</u>:** Bán kính nguyên tử Cu là: $r = 1,28.10^{-8}$ cm.

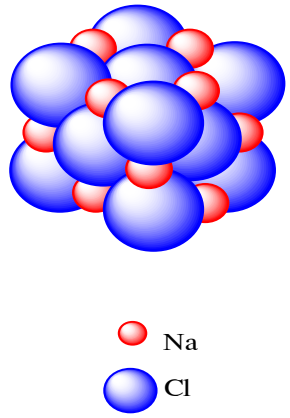
Từ công thức: $4.r = a\sqrt{2} \rightarrow a = 4.r/\sqrt{2} = (4.1,28.10^{-8})/1,41 = 3,63.10^{-8}$ cm.

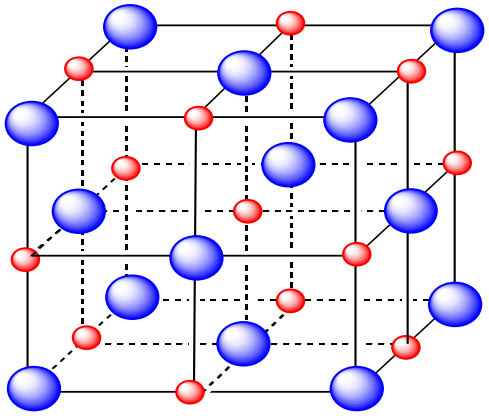
Khoảng cách ngắn nhất giữa 2 tâm của hai nguyên tử đồng trong mạng.

$2.r = 2,56.10^{-8}$ cm.

**<u>Bài 2:</u>** Tinh thể NaCl có cấu trúc lập phương tâm mặt của các ion $Na^+$, còn các ion $Cl^-$ chiếm các lỗ trống tám mặt trong ô mạng cơ sở của các ion $Na^+$, nghĩa là có 1 ion $Cl^-$ chiếm tâm của hình lập phương. Biết cạnh a của ô mạng cơ sở là 5,58 $\overset{0}{A}$. Khối lượng mol của Na và Cl lần lượt là 22,99 g/mol; 35,45 g/mol. Cho bán kính của $Cl^-$ là 1,81 $\overset{0}{A}$. Tính bán kính của ion $Na^+$.

**<u>Giải:</u>**



Các ion $Cl^-$ xếp theo kiểu lập phương tâm mặt, các cation $Na^+$ nhỏ hơn chiếm hết số hốc bát diện. Tinh thể NaCl gồm hai mạng lập phương tâm mặt lồng vào nhau. Số phối trí của $Na^+$ và $Cl^-$ đều bằng 6.

Số ion $Cl^-$ trong một ô cơ sở: 8.1/8 + 6.1/2 = 4

Số ion $Na^+$ trong một ô cơ sở: 12.1/4 + 1.1 = 4

Số phân tử NaCl trong một ô cơ sở là 4

Có: $2.(r_{Na+} + r_{Cl-}) = a = 5,58.10^{-8}$ cm $\rightarrow r_{Na+} = 0,98.10^{-8}$ cm;

**<u>Bài 3</u>.** Tính bán kính nguyên tử gần đúng của Ca ở $20^0C$, biết tại nhiệt độ đó khối lượng riêng của Ca bằng 1,55 g/cm$^3$. Giả thiết trong tinh thể các nguyên tử Ca có hình cầu, có độ đặc khít là 74%.

Cho nguyên tử khối của Ca = 40,08

**Hướng dẫn**

♣ Thể tích của 1 mol Ca = $\frac{40,08}{1,55}$ = 25,858 cm$^3$, một mol Ca chứa $N_A = 6,02 \times 10^{23}$ nguyên tử Ca

Theo độ đặc khít, thể tích của 1 nguyên tử Fe = $\frac{25,858 \times 0,74}{6,02 \times 10^{23}} = 3,18 \times 10^{-23}$ cm$^3$

Từ V = $\frac{4}{3} \times \pi r^3$

$\Rightarrow$ Bán kính nguyên tử Ca = r = $\sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{3 \times 3,18 \times 10^{-23}}{4 \times 3,14}} = 1,965 \times 10^{-8}$ cm

**<u>Bài 4</u>.** Tính bán kính nguyên tử gần đúng của Fe ở $20^0C$, biết tại nhiệt độ đó khối lượng riêng của Fe bằng 7,87 g/cm$^3$. Giả thiết trong tinh thể các nguyên tử Fe có hình cầu, có độ đặc khít là 68%.

Cho nguyên tử khối của 55,85 = 40

**Hướng dẫn**

♣ Thể tích của 1 mol Fe = $\frac{55,85}{7,87}$ = 7,097 cm$^3$. một mol Fe chứa $N_A = 6,02 \times 10^{23}$ nguyên tử Fe

Theo độ đặc khít, thể tích của 1 nguyên tử Fe = $\frac{7,097\times0,68}{6,02\times10^{23}}$ = 0,8 $\times10^{-23}$ $cm^3$

Từ V = $\frac{4}{3}\times\pi r^3$

Bán kính nguyên tử Fe = r = $\sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}$ = $\sqrt[3]{\frac{3\times0,8\times10^{-23}}{4\times3,14}}$ = 1,24 $\times10^{-8}$ cm

**<u>Bài 5:</u>** Phân tử CuCl kết tinh dưới dạng lập phương tâm diện. Hãy biểu diễn mạng cơ sở của CuCl.

a) Tính số ion $Cu^+$ và $Cl^-$ rồi suy ra số phân tử CuCl chứa trong mạng tinh thể cơ sở.

b) Xác định bán kính ion $Cu^+$.

Cho: D(CuCl) = 4,136 g/$cm^3$ ; $r_{Cl^-}$= 1,84 $\overset{0}{A}$ ; Cu = 63,5 ; Cl = 35,5

**<u>Giải:</u>**

Vì lập phương mặt tâm nên

$$\left.\begin{array}{l} Cl^- \text{ ở 8 đỉnh: } 8\times\frac{1}{8}=1 \text{ ion } Cl^- \\ \text{6 mặt: } 6\times\frac{1}{2}=3 \text{ ion } Cl^- \end{array}\right\} \Rightarrow 4 \text{ ion } Cl^-$$

$$\left.\begin{array}{l} Cu^+ \text{ ở giữa 12 cạnh : } 12\times\frac{1}{4}=3 \text{ ion } Cu^+ \\ \text{ở t âm : 1x1=1 ion } Cu^+ \end{array}\right\} \Rightarrow 4 \text{ ion } Cu^+$$

Vậy số phân tử trong mạng cơ sở là $4Cu^+ + 4Cl^- = 4CuCl$

**3.** $d=\frac{N.M_{CuCl}}{N_A.V}$ với $V=a^3$ ( N: số phân tử, a là cạnh hình lập phương)

$$\Rightarrow a^3=\frac{N.M_{CuCl}}{d.N_A}=\frac{4,(63,5+35,5)}{4,136.6,023.10^{23}}=158,965.10^{-24}\,cm^3$$

$$\Rightarrow a=5,4171A^o$$

Mặt khác theo hình vẽ ta có a= $2r_+ + 2r_-$

$$\Rightarrow r_+=\frac{a-2r_-}{2}=\frac{5,4171-2.1,84}{2}=0,86855A^o$$

Các io

**Bài 6:** Sắt dạng α ($Fe_\alpha$) kết tinh trong mạng lập phương tâm khối, nguyên tử có bán kính r = 1,24 Å. Hãy tính:

a) Cạnh a của tế bào sơ đẳng

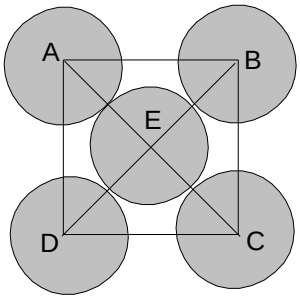
b) Tỉ khối của Fe theo $g/cm^3$.

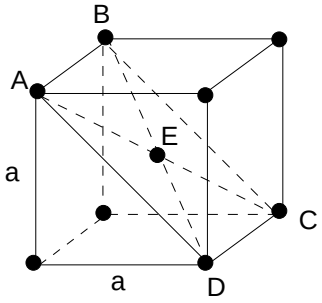
c) Khoảng cách ngắn nhất giữa hai nguyên tử Fe

Cho Fe = 56

**Hướng dẫn**

♣ a) Mạng tế bào cơ sở của Fe (hình vẽ)




Theo hình vẽ, số nguyên tử Fe là

– Ở tám đỉnh lập phương = $8 \times \frac{1}{8}$ = 1

– Ở tâm lập phương = 1

Vậy tổng số nguyên tử Cu chứa trong tế bào sơ đảng = 1 + 1 = 2 (nguyên tử)

b) Từ hình vẽ, ta có: $AD^2 = a^2 + a^2 = 2a^2$

xét mặt ABCD: $AC^2 = a^2 + AD^2 = 3a^2$

mặt khác, ta thấy $AC = 4r = a\sqrt{3}$ nên $a = \frac{4r}{\sqrt{3}} = \frac{4 \times 1,24}{\sqrt{3}} = 2,85$ Å

c) Khoảng cách ngắn nhất giữa 2 nguyên tử là đoạn AE:

$$AE = \frac{AC}{2} = \frac{a\sqrt{3}}{2} = \frac{2,85 \times \sqrt{3}}{2} = 2,468 \text{ Å}$$

**<u>Bài 7.</u>**

1) Bằng phương pháp nhiễu xạ tia X khảo sát cấu trúc tinh thể $NH_4Cl$ người ta đã ghi nhận được kết quả sau:

Ở $20^0C$ phân tử $NH_4Cl$ kết tinh dưới dạng lập phương với hằng số mạng a = 3,88 $A^0$ và khối lượng riêng

d = 1,5 $g/cm^3$.

Ở $250^0C$ phân tử $NH_4Cl$ kết tinh dưới dạng lập phương với hằng số mạng a = 6,53 $A^0$ và

khối lượng riêng d = 1,3 g/cm$^3$.

Từ các dữ kiện trên hãy cho biết:

a) Kiểu tinh thể lập phương hình thành ở 20$^0$C và 250$^0$C.

b) Khoảng cách N – Cl theo A$^0$ cho từng kiểu tinh thể đã xác định ở câu (a).

( Cho N = 14; H = 1; Cl = 35,5).

**Hướng dẫn**

1) Số phân tử $NH_4Cl$ trong một ô mạng lập phương được tính theo công thức:

$$n = \frac{d.N_A.a^3}{M_{NH_4Cl}}$$

Thay số với các trường hợp

ở 250$^0$C: $d_{N-Cl} = \frac{a}{2} = 3,27\ A^0$

20$^0$C :

$$n = \frac{1,5.6,02.10^{23}.(3,88.10^{-8})^3}{53,5} \approx 1$$

250$^0$C:

$$n = \frac{1,3.6,02.10^{23}.(6,53.10^{-8})^3}{53,5} \approx 4$$

Từ kết quả tính => ở 20$^0$C $NH_4Cl$ tồn tại ở dạng lập phương đơn giản, mạng $NH_4^+$ và $Cl^-$ chèn vào nhau có thể tịnh tiến trùng nhau.

Ở 250$^0$C : $NH_4Cl$ kết tinh dưới dạng lập phương tâm diện.

b) Tính khoảng cách:

20$^0$C: $d_{N-Cl} = \frac{a\sqrt{3}}{2} = 3,36\ A^0$

**<u>Bài 8:</u>** (HSG QG 2008) Silic có cấu trúc tinh thể giống kim cương.

**1**. Tính bán kính nguyên tử silic. Cho khối lượng riêng của silic tinh thể bằng 2,33g.cm$^{-3}$; khối lượng mol nguyên tử của Si bằng 28,1g.mol$^{-1}$.

**2**. So sánh bán kính nguyên tử của silic với cacbon ($r_C$ = 0,077 nm) và giải thích.

**Giải:**

a. Từ công thức tính khối lượng riêng

D = $\frac{n.M}{N_A \cdot V}$ $\rightarrow V_{1\,ô} = (8.28,1)/(2,33.6,02.10^{23}) = 16,027\ cm^3$.

a= $5,43.10^{-8}$ cm; d = $a.\sqrt{3}$ = $5,43.10^{-8}$ .1,71 = $9.39.10^{-8}$ cm;

Bán kính của nguyên tử silic là: r = d/8 = 1,17 $.10^{-8}$cm;

b. Có $r_{Si}$ (0,117 nm) > $r_C$( 0,077 nm). Điều này phù hợp với quy luật biến đổi bán kính nguyên tử trong một phân nhóm chính

**Bài 9**. Từ nhiệt độ phòng đến 1185K sắt tồn tại ở dạng $Fe_\alpha$ với cấu trúc lập phương tâm khối, từ 1185K đến 1667K ở dạng $Fe_\gamma$ với cấu trúc lập phương tâm diện. ở 293K sắt có khối lượng riêng d = 7,874g/$cm^3$. Hãy tính bán kính của nguyên tử Fe.

**GIẢI**: Số nguyên tử Fe trong một mạng cơ sở lập phương tâm khối là: 2

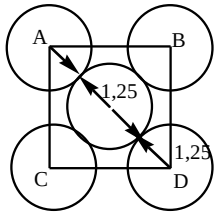
$$d_{Fe} = \frac{m}{V} = \frac{2.55,847}{6,022.10^{23}.a^3} \Rightarrow a = \sqrt[3]{\frac{2.55,847}{6,022.10^{23}.7,874}} = 2,87.10^{-8}cm = 2,87\overset{0}{A}$$

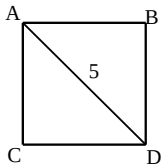
$$a\sqrt{3} = 4r \Rightarrow r = \frac{a\sqrt{3}}{4} = 1,24\overset{0}{A}$$

**DẠNG 4: - Xác định trị số avogadro**

**- Tính thành phần phần trăm thể tích không gian trống trong mạng tinh thể.**

**Bài 1.** Bán kính nguyên tử Cobalt là 1,25Å. Tính thể tích của ô đơn vị của tinh thể Co nếu trong 1 trật tự gần xem Co kết tinh dạng lập phương tâm mặt.



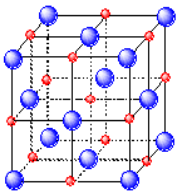

AD = 1,25 . 4 = 5 (Å) ; AB = $\sqrt{\frac{5^2}{2}} = 3,54$( Å)

Vậy thể tích của ô mạng đơn vị của Co : V = $(3,54)^3$ = 44,36 $(Å)^3$

**<u>Bài 2.</u>** Mạng lưới tinh thể của KCl giống như mạng lưới tinh thể của NaCl. Ở 18$^{o}$C, khối lượng riêng của KCl bằng 1,9893 g/cm$^3$, độ dài cạnh ô mạng cơ sở (xác định bằng thực nghiệm) là 6,29082 Å. Dùng các giá trị của nguyên tử khối để xác định số

Avogadro. Cho biết K = 39,098; Cl = 35,453

**Hướng dẫn**



Xét một ô mạng cơ sở

Trong một ô mạng cơ sở có số ion $K^+$ (hoặc $Cl^-$) là: 8 + 6 = 4

Như vậy, trong một ô mạng cơ sở có 4 phân tử KCl

Xét 1 mol tinh thể KCl, khi đó: Khối lượng KCl là: 39,098 + 35,453 = 74,551 (g)

Thể tích tinh thể KCl là: 74,551 : 1,9893 = 37,476 (cm$^3$)

Thể tích một ô mạng cơ sở là: (6,29082.10-8)3 = 2,4896.10$^{-22}$ (cm$^3$)

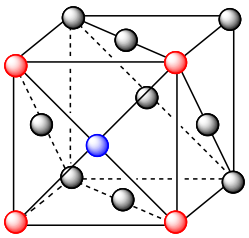
$\Rightarrow$ Số ô mạng cơ sở là: 37,476 : (2,4896.10-22) = 1,5053.10$^{23}$

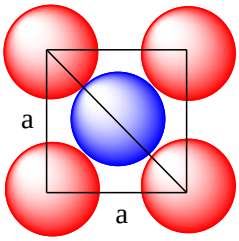
$\Rightarrow$ Số phân tử KCl có trong 1 mol tinh thể KCl là: 1,5053.10$^{23}$ x4 = 6,0212.10$^{23}$

**<u>Bài 3:</u>** ( HSG QG 2007) Thực nghiệm cho biết ở pha rắn, vàng ( Au) có khối lượng riêng là 19,4 g/cm$^3$ và có mạng lưới lập phương tâm diện. Độ dài cạnh của ô mạng đơn vị là 4,070.10$^{-10}$ m. Khối lượng mol nguyên tử của vàng là: 196,97 g/cm$^3$.

1. Tính phần trăm thể tích không gian trống trong mạng lưới tinh thể của vàng.
2. Xác định trị số của số Avogadro.

**<u>Giải:</u>**






$a\sqrt{2} = 4.r$

- Số nguyên tử trong 1 ô cơ sở:

8.1/8 + 6.1/2 = 4.

- Bán kính nguyên tử Au:

$4.r = a\sqrt{2} \rightarrow r = a\sqrt{2}/4 = 1{,}435.10^{-8}$ cm

Thể tích bị chiếm bởi các nguyên tử:

$V_{nguyên\ tử} = 4/3.\pi.r^3 = 4.4/3.3,14.(1,435.10^{-8})^3 = 5.10^{-23}\ cm^3$.

Thể tích 1 ô đơn vị:

$V_{1ô} = a^3 = (4,070.10^{-8})^3 = 6,742.10^{-23}\ cm^3$.

Phần trăm thể tích không gian trống:

$(V_{1ô} - V_{nguyên\ tử}).100 / V_{nguyên\ tử} = 26\%$.

Trị số của số Avogadro: $N_A = (n.M)/(D.V_ô) = 6,02.10^{23}$.

**<u>Bài 4:</u>** (HSG QG 2009) Máu trong cơ thể người có màu đỏ vì chứa hemoglobin ( chất vận chuyển oxi chứa sắt). Máu của một số động vật nhuyễn thể không có màu đỏ mà cá màu khác vì chứa kim loại khác ( X). Tế bào đơn vị ( ô mạng cơ sở) lập phương tâm diện của tinh thể X có cạnh bằng $6,62.10^{-8}$ cm. Khối lượng riêng của nguyên tố này là 8920 $kg/m^3$.

a. Tính thể tích của các nguyên tử trong một tế bào và phần trăm thể tích của tế bào bị chiếm bởi các nguyên tử.
b. Xác định nguyên tố X.

**<u>Giải:</u>**

Số nguyên tử trong một tế bào: 8.1/8 + 6.1/2 = 4.

Tính bán kính nguyên tử: $r = 1,276.10^{-8}$ cm.

Thể tích bị chiếm bởi các nguyên tử V nguyên tử = $4.4/3.\pi.r^3 = 3,48.10^{-23}\ cm^3$.

Thể tích 1 ô mạng cơ sở V 1ô = $a^3 = 4,7.10^{-23}\ cm^3$.

Phần trăm thể tích tế bào bị chiếm bởi các nguyên tử: 74%.

Khối lượng mol phân tử: M = 63,1 g/mol. Vậy X là đồng.