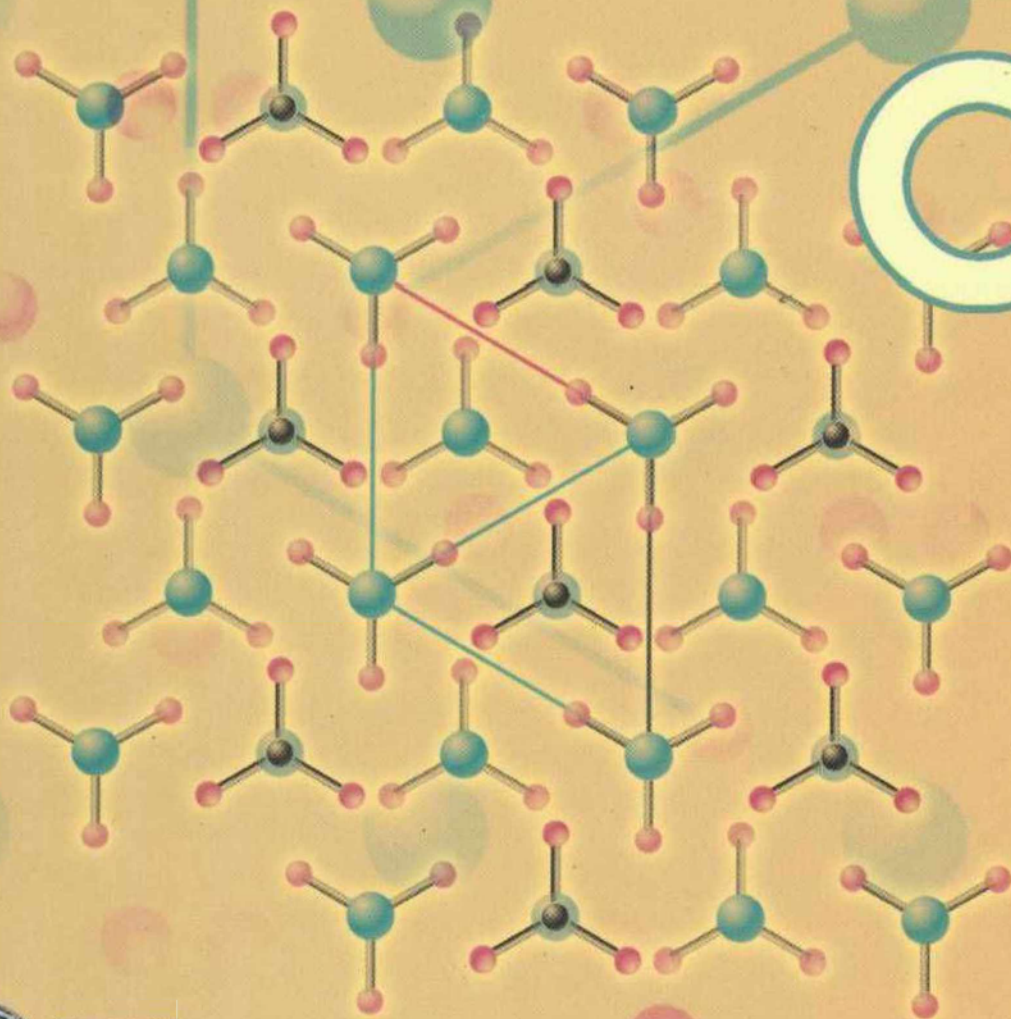


VẬT LIỆU VÔ CƠ



**ĐH
QG**
Hà Nội

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

VẬT LIỆU VÔ CƠ

GS.TS. PHAN VĂN TƯỜNG

VẬT LIỆU VÔ CƠ

(Phần lý thuyết cơ sở)

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

MỤC LỤC

Lời mở đầu	7
Mở đầu.....	7
1. Vai trò của vật liệu đối với sự phát triển khoa học kỹ thuật.....	7
2. Phân loại vật liệu	9
Chương 1	11
CẤU TRÚC TINH THỂ.....	11
1.1.1. Mô tả theo kiểu tế bào mạng lưới.....	11
1.1.2. Mô tả cấu trúc theo kiểu xếp khít các khối cầu	20
1.1.3. Mô tả cấu trúc bằng cách nối các khối đa diện trong không gian	26
1.2. Cấu trúc tinh thể của các oxit và một số hợp chất quan trọng ..	28
1.2.1. Cấu trúc tinh thể của một số oxit.....	28
1.2.2. Hợp chất giữa các oxit.....	38
1.3. Những nét đặc biệt của tinh thể công hoá trị và tinh thể kim loại	70
1.4. Các yếu tố ảnh hưởng đến kiểu cấu trúc tinh thể	75
1.4.1. Tính hợp thức – SPT của các nguyên tử.....	75
1.4.2. Ảnh hưởng của kiểu liên kết.....	76
1.4.3. Ảnh hưởng của bán kính nguyên tử, ion	77
Chương 2	88
TINH THỂ THỰC - CÁC KIỂU KHUYẾT TẬT - DUNG DỊCH RẮN.....	88
2.1. Các kiểu khuyết tật	88
2.1.1. Khuyết tật Sôtki.....	89
2.1.2. Khuyết tật Frenken	90
2.1.3. Nhiệt động học của sự hình thành khuyết tật	90
2.1.4. Tâm màu	97
2.1.5. Lỗ trống và nguyên tử xâm nhập trong tinh thể bất hợp thức	98
2.1.6. Khuyết tật đảo cấu trúc.....	102
2.1.7. Các khuyết tật kéo dài - Mặt trượt.....	103
2.1.8. Lệch mạng là loại khuyết tật phổ biến trong tinh thể ..	107
2.2. Dung dịch rắn	108
2.2.1. Dung dịch rắn thay thế.....	109

2.2.2. Dung dịch rắn xâm nhập.....	111
2.2.3. Những cơ chế phức tạp trong sự hình thành dung dịch rắn thay thế.....	111
2.2.4. Những nhận xét tổng quát về các điều kiện hình thành dung dịch rắn.....	115
2.2.5. Các phương pháp nghiên cứu dung dịch rắn.....	117
Chương 3.....	125
GIẢI THÍCH GIẢN ĐỒ PHA.....	125
3.1. Mở đầu.....	125
3.2. Hệ một cấu tử (hệ bậc 1)	130
3.3. Hệ bậc hai ($K = 2$)	133
3.3.1. Trường hợp tạo thành otecti đơn giản	133
3.3.2. Trường hợp có tạo thành hợp chất mới	135
3.3.3. Hệ bậc hai trường hợp có tạo thành dung dịch rắn.....	139
3.4. Hệ bậc ba ($K = 3$)	144
3.4.1. Hệ bậc ba tạo thành otecti đơn giản	145
3.4.2. Hệ bậc ba trường hợp có tạo thành hợp chất hoá học ..	146
3.4.3. Hệ bậc ba trường hợp tạo thành dung dịch rắn	152
3.5. Hệ tương tác bậc ba.....	155
Chương 4.....	163
MỘT SỐ TÍNH CHẤT VẬT LÝ QUAN TRỌNG CỦA VẬT LIỆU VÔ CƠ.....	163
4.1. Nhóm tính chất điện	163
4.1.1. Chất dẫn điện ion, chất điện li rắn.....	163
4.1.2. Chất dẫn electron.....	191
4.1.3. Các tính chất điện khác	202
4.2.1. Phần lí thuyết.....	220
4.2.2. Ví dụ một số vật liệu từ, cấu trúc và tính chất.....	228
4.3. Các tính chất quang, vật liệu phát quang và laze	239
4.3.1. Sự phát quang và chất phát quang	239
4.3.2. Laze	247
Tài liệu tham khảo	252
Phụ lục.....	253
Một số giá trị đặc trưng của kim loại	253
MỤC LỤC.....	257

Lời mở đầu

Vật liệu Vô cơ có một nội dung khá rộng, khó lòng trình bày hết trong một cuốn giáo trình. Khác với cuốn giáo trình được đánh máy và photô nhân bản cho sinh viên năm 1998, lần này chúng tôi chia thành 3 phần là:

- Phần lý thuyết cơ sở
- Phần kỹ thuật tổng hợp
- Phần giới thiệu từng loại vật liệu

Ba phần đó tuy nội dung khác nhau nhưng có mối liên hệ mật thiết với nhau và bổ sung cho nhau.

Cuốn giáo trình này chỉ trình bày phần lý thuyết cơ sở nhằm vào đối tượng chính là sinh viên và học viên cao học đi về lĩnh vực vật liệu vô cơ nói riêng và hoá học chất rắn nói chung. Để học viên có thể tự kiểm tra kiến thức của mình, chúng tôi có đưa ra một số câu hỏi và bài tập sau mỗi chương.

Xin chân thành cảm ơn Đại học Quốc gia Hà Nội, trường Đại học Khoa học Tự nhiên, khoa Hoá học và bộ môn Vô cơ đã giúp đỡ chúng tôi có điều kiện xuất bản cuốn giáo trình này. Cảm ơn Thạc sĩ Vũ Hùng Sinh đã nhiệt tình giúp đỡ trong việc hoàn thiện chế bản bản thảo.

TÁC GIẢ

Mở đầu

1. Vai trò của vật liệu đối với sự phát triển khoa học kỹ thuật

Lịch sử của loài người gắn liền với lịch sử phát minh và sử dụng của từng loại vật liệu chính. Nói về các thời đại trước, người ta thường phân chia ra thành: thời đại đồ đá, thời đại đồ đồng và thời đại sắt thép.

Từ giữa thế kỷ XX đến nay, sự xuất hiện của nhiều loại vật liệu khác nhau có các đặc tính vượt cả sắt thép và đang thay thế dần sắt thép trong nhiều lĩnh vực làm cho người ta đưa ra nhiều tên gọi về thời đại: thời đại nhôm và hợp kim nhôm, thời đại gốm thủy tinh, thời đại của chất dẻo và thời đại composit,...

Giữa thế kỷ XX vật liệu bằng hợp kim nhôm đã đóng vai trò quan trọng trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Nhờ đặc tính nhẹ, cứng và bền đối với môi trường nên hợp kim nhôm đang giữ một vị trí quan trọng trong công nghệ sản xuất các phương tiện giao thông vận tải. Hợp kim nhôm đã góp phần quan trọng trong việc giải quyết các vấn đề về năng lượng của kỹ thuật này. Một chiếc xe ô tô du lịch được chế tạo bằng hợp kim nhôm nhẹ hơn khi được làm bằng sắt thép 600 kg, do đó tính hết thời gian sử dụng đã tiết kiệm được khoảng 10.000 lít xăng. Hợp kim nhôm cho phép chế tạo được các loại máy bay phản lực siêu thanh đạt được tốc độ khoảng 3000 km/giờ. Các loại tên lửa, tàu vũ trụ đều chế tạo bằng hợp kim nhôm. Nhờ có độ bền cao với môi trường khắc nghiệt nên hợp kim nhôm đã được sử dụng để xây dựng nhà máy điện thủy triều khai thác năng lượng của đại dương. Trong đời sống hàng ngày chúng ta tiếp xúc với nhiều đồ dùng bằng nhôm, thời gian gần đây hợp kim nhôm đã được sử dụng phổ biến trong xây dựng...

Gốm là loại vật liệu có vị trí đặc biệt đối với lịch sử loài người cổ đại, cận đại, đương đại và chắc chắn là trong thế kỉ XXI, vật liệu gốm còn đưa lại nhiều điều kỳ diệu nữa đối với khoa học kĩ thuật. Sự ra đời của gốm mới đã có ảnh hưởng dẫn tới cuộc cách mạng trong ngành điện tử nói riêng và trong khoa học kĩ thuật nói chung. Thành tựu trong lĩnh vực tổng hợp gốm mới đã đưa ngành điện tử học từ thế hệ thứ nhất (sử dụng bóng đèn điện tử chân không) sang thế hệ thứ hai (sử dụng bóng bán dẫn - tranzito) và sang thế hệ thứ ba (sử dụng các vi mạch hay còn gọi là mạch tổ hợp). Nhờ đó mà có thể thu nhỏ các thiết bị, máy móc cồng kềnh thành những máy móc gọn nhẹ, bé nhỏ hơn, rất thuận lợi trong sử dụng và đặc biệt là tiết kiệm được triệt để năng lượng trong đời sống hàng ngày, trong sản xuất cũng như trong nghiên cứu khoa học. Công nghệ gốm mới còn tạo ra được các vật liệu siêu cứng, chịu được nhiệt độ rất cao, vật liệu siêu dẫn,... Điều đặc biệt là nguyên liệu để sản xuất các loại gốm mới hầu hết đều đi từ các nguyên tố phổ biến nhất trong tự nhiên như oxi, nitơ, cacbon, silic.

Công nghệ hiện đại đòi hỏi những loại vật liệu có các tính chất đặc biệt như: độ rắn cao, chịu mài mòn và đập, nhẹ, bền nhiệt, bền đối với mọi môi trường ăn mòn khắc nghiệt,... Compozit là loại vật liệu tổ hợp giữa kim loại – gốm – polime đáp ứng được những đòi hỏi đó. Trong tự nhiên người ta đã biết có nhiều loại compozit như vậy. Ví dụ gỗ gồm các sợi xenlulo dẻo và dai được bao bọc bằng loại vật liệu cứng là lignhin. Xương động vật là compozit của collagen protein dai nhưng mềm và apatite cứng nhưng giòn. Hoặc một số loại vật liệu compozit mà từ xưa người ta đã chế tạo được như thép peclit có độ rắn cao nhưng dẻo là do sự tổ hợp giữa pha xementit (Fe_3C) rất rắn nhưng giòn với pha ferrite (dung dịch rắn xâm nhập của cacbon trong $\alpha\text{-Fe}$) mềm và dẻo. Phối hợp giữa cốt thép, đá rậm, cát và pha nền là xi măng pooc lăng đã hydrat hoá cho ta vật liệu bê tông cốt thép có các tính chất đặc biệt đáp ứng yêu cầu của công nghệ xây dựng... Nhưng loại vật liệu compozit do kết quả của các công trình nghiên cứu lí thuyết được đưa ra sản xuất ở quy mô công nghệ đầu tiên là compozit bánh kẹp gồm polyeste - sợi thủy tinh - kim loại nhẹ để chế tạo máy bay tàng hình Mosquito do người Mỹ công bố từ 1940. Từ đó đến nay vật liệu compozit đã xâm nhập vào rất nhiều ngành công nghiệp khác nhau:

- Công nghiệp quốc phòng - chế tạo các loại máy bay quân sự, tên lửa, các loại quân trang, quân dụng.

- Giao thông vận tải - sản xuất các phương tiện giao thông như các loại máy bay dân dụng, vỏ và khung xe hơi, tàu thủy, tàu hỏa...

- Công nghệ xây dựng - sản xuất các loại tấm lợp, vật liệu cách âm cách nhiệt, các loại vật liệu xây dựng đặc biệt...

- Y học - sản xuất xương giả, răng giả, da ...

- Công nghệ sản xuất các dụng cụ sinh hoạt, dụng cụ thể thao như xe đạp đua, giày thể thao, vợt tennis, thuyền, các loại đồ dùng trong gia đình.

Trong lĩnh vực chế tạo vật liệu mới đòi hỏi sự hiểu biết sâu sắc về cấu tạo, tính năng và đặc biệt là công nghệ sản xuất của từng loại vật liệu.

Trong hai thành phần của giá thành sản phẩm là giá nguyên liệu và giá trí tuệ, thì giá trí tuệ ngày càng tăng lên, còn giá nguyên liệu ngày càng giảm đi một cách nhanh chóng. Hiện nay có nhiều sản phẩm giá trí tuệ chiếm trên 80% giá thành. Có thể nói thế kỉ XXI là thế kỉ của trí tuệ, nước nào biết khai thác tốt trí tuệ thì sẽ trở nên giàu mạnh. Điều này đúng cho mọi lĩnh vực, đặc biệt là trong lĩnh vực phát triển khoa học công nghệ vật liệu.

2. Phân loại vật liệu

Theo quan điểm hoá học có thể phân thành các nhóm vật liệu vô cơ là:

a) Vật liệu kim loại và hợp kim

b) Vật liệu gốm (gốm sinh hoạt, gốm xây dựng, gốm mỹ nghệ, gốm kĩ thuật nhiệt, cơ, điện, quang) chủ yếu dưới dạng tinh thể.

c) Vật liệu thủy tinh chủ yếu dưới dạng vô định hình

d) Vật liệu kết dính: Xi măng và các chất kết dính khác.

e) Vật liệu tổ hợp (compozit)

Theo đặc tính kĩ thuật lại phân thành 5 nhóm vật liệu là:

a) **Vật liệu kim loại:** Đặc trưng của loại vật liệu này là có các electron chuyển động tự do trong mạng tinh thể. Điều này làm cho loại vật liệu này có các tính chất như dẫn nhiệt và dẫn điện tốt, không trong suốt, khi được

