

Schwarzite - MỘT CẤU TRÚC CARBON MỚI

Carbon đóng vai trò rất quan trọng đối với sự sống, có mặt ở hầu hết mọi nơi, từ khoáng chất cứng nhất trái đất như kim cương, đến đầu bút chì bạn đang sử dụng, hay trong nguyên liệu cứng nhất thế giới như graphene. Những lần khám phá ra các dạng cấu trúc carbon mới trước đây (fullerene và graphene) đều tạo ra những đột phá về khoa học và kỹ thuật, tác động to lớn đến đời sống và sản xuất; các nhà khoa học cống hiến cho các nghiên cứu này đều đã giành được giải Nobel (vào các năm 1996 và 2010). Gần đây, các nhà khoa học lại phát hiện ra một dạng cấu trúc carbon mới, có tên gọi là schwarzite, mang lại nhiều hy vọng về những đột phá trong nghiên cứu, ứng dụng.

Schwarzite - một cấu trúc carbon mới

Từ lâu, các nhà hóa học đã dự báo về sự tồn tại của một cấu trúc carbon nano dạng mặt cong lõm và dự đoán chúng sẽ có những đặc tính phù hợp để chế tạo pin và chất xúc tác. Tuy nhiên, cấu trúc mới này dường như đang “lảng tránh” con người. Từ những năm 1880, nhà vật lý người Đức Hermann Schwarz đã tiến hành nghiên cứu về các cấu trúc mạng tinh thể cong lõm, nên khi công trình lý thuyết dự báo về các lồng carbon nano nổi lên vào những năm 90 của thế kỷ trước, tên của Schwarz đã được gắn liền với các tấm carbon cong lõm giả định, đó là schwarzite.

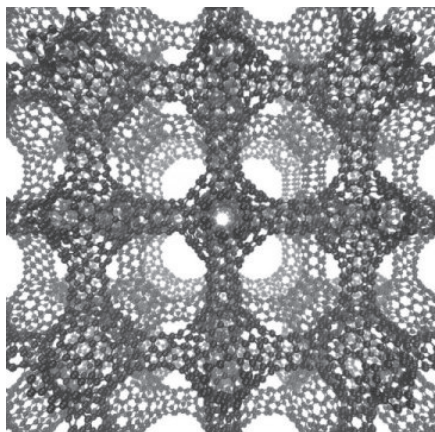
Sau nhiều thập kỷ tìm kiếm không thành công, schwarzite lại ngẫu nhiên được các nhà khoa học tại Hàn Quốc và Nhật Bản chế tạo ra. Schwarzite được tạo ra bên trong các lỗ rỗng của zeolit - dạng tinh thể của silicon dioxit thường được sử dụng làm mềm nước trong bột giặt và là chất xúc tác để biến dầu thô thành sản phẩm xăng, dầu, cấu trúc này được gọi là carbon zeolite (ZTC). Khi nghiên cứu về cấu trúc, tính chất của ZTC, họ đã vô tình tạo ra schwarzite nhưng lại không

biết đấy chính là nó. Gần đây, trong một công bố khoa học trên Tạp chí PNAS, các nhà hóa học tại Đại học California đã chứng minh được rằng, cấu trúc carbon dạng lồng ba chiều được tạo ra gần đây bởi các nhà khoa học ở Hàn Quốc và Nhật Bản chính là schwarzites được tìm kiếm từ lâu. Các nhà nghiên cứu còn dự báo, cấu trúc mới này sẽ có các tính chất độc đáo như buckyballs (fullerenes hình cầu rỗng), ống nano carbon (fullerenes hình trụ tròn rỗng) và graphene.

Theo Efrem Braun (Khoa Kỹ thuật hóa học và sinh học, Đại học California, Hoa Kỳ) - tác giả chính của công trình nghiên cứu nêu trên, ông và các cộng sự đã phát triển thành công phương pháp chế tạo schwarzite và dự đoán được zeolite nào có thể được sử dụng để tạo ra cấu trúc mới này. Điều này đóng vai trò quan trọng trong việc khám phá ra các thuộc tính và đưa ra dự báo về tiềm năng ứng dụng của chúng. Trên thực tế, rất khó để liên kết các nguyên tử carbon tạo thành dạng mặt lõm, nhưng lại có thể phát triển chúng bằng cách tạo ra lớp màng carbon trên bề mặt mạng tinh thể zeolite.

Trong nghiên cứu của mình, GS Braun và các cộng sự đã bơm một dòng chứa carbon vào trong khối zeolite. Khi vào bên trong, các nguyên tử carbon sẽ liên kết với nhau, tạo thành lớp phủ ngăn các phân tử zeolite thoát ra ngoài. Bề mặt vật chất này sẽ được kéo căng một cách từ từ để giảm thiểu việc tăng diện tích của nó, tạo nên các bề mặt bị cong lõm giống như chiếc yên ngựa. Sau đó, họ hòa tan zeolite để thu được schwarzite nguyên chất.

Các nhà khoa học đến từ Đại học California đã xây dựng được mô hình cấu trúc schwarzite trên cơ sở cấu trúc của zeolite được sử dụng làm khuôn. Thông qua hợp tác với nhà toán học tô pô Senja Barthel của Thụy Sĩ, họ đã xác định được bề mặt tối thiểu của cấu trúc carbon mới này. Qua đó, nhóm nghiên cứu lựa chọn được 15/200 loại zeolite (được phát hiện và tạo ra đến nay) để chế tạo schwarzite, tuy nhiên chỉ có 3 trong số 15 mẫu này có thể tạo ra schwarzite. Theo dự báo của các nhà hóa học, trên thế giới tồn tại hơn một triệu cấu trúc zeolite, nên có thể tạo ra rất nhiều cấu trúc schwarzite bằng phương pháp sử dụng khuôn zeolite.



Schwarzite được hình thành bên trong các lỗ của zeolite.

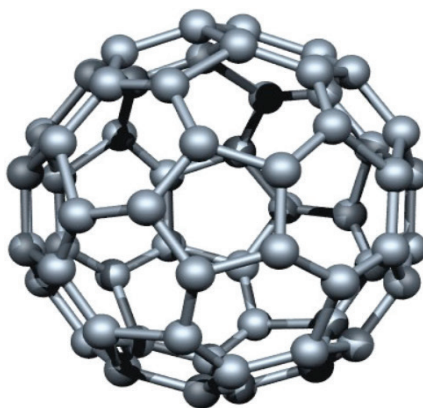
Bộ ba cấu trúc carbon và những tiềm năng ứng dụng to lớn

Kim cương và than chì là những dạng tinh thể ba chiều phổ biến của carbon nguyên chất, nhưng các nguyên tử carbon cũng có thể tạo thành tinh thể hai chiều, liên kết dạng hình lục giác, và graphene là một trong những sắp xếp như vậy. Tấm phẳng graphene có độ cứng hơn cả kim cương, gấp khoảng 200 lần so với thép; không chỉ là vật liệu mạnh nhất trên trái đất, nó còn có tính dẫn điện cao (tốt hơn đồng 1 triệu lần), trở thành một loại vật liệu đầy hứa hẹn trong các thiết bị điện tử. Các tấm graphene có thể tạo thành buckyballs, giúp lưu trữ các phân tử, đang được ứng dụng trong việc đưa thuốc vào cơ thể. Việc “cán” graphene quanh một hình trụ để tạo ra các ống nano carbon đang được ứng dụng làm dây dẫn có độ dẫn điện cao trong các thiết bị điện tử, hay lưu trữ các loại khí như hydro và carbon dioxide.

Nếu những năm 1980, việc phát hiện ra buckyballs đã làm các nhà hóa học ngạc nhiên,

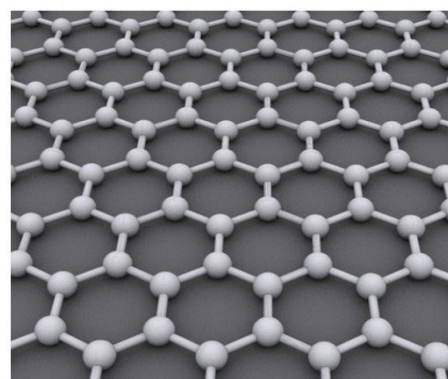
thì đến năm 1990 khi tìm ra ống nano carbon đã khiến các nhà vật lý trên toàn thế giới thực sự kinh ngạc, bởi những tính chất thú vị làm cho chúng có khả năng hữu dụng cao trong rất nhiều ứng dụng của các ngành công nghệ nano, công nghiệp điện tử, quang học và một số ngành khoa học vật liệu khác. Đến năm 2000, graphene đã được các nhà khoa học phát hiện, mở ra những xu hướng nghiên cứu, ứng dụng mạnh mẽ trong nhiều lĩnh vực quan trọng như tích trữ năng lượng, pin mặt

của “bộ ba nguyên tử carbon” vẫn còn trong giai đoạn đầu nghiên cứu, nên tiềm năng ứng dụng còn nhiều bí ẩn. Nhưng theo dự báo của các nhà hóa học, schwarzite có thể lưu trữ một lượng lớn bất thường điện tích, khiến nó trở thành tụ điện tốt hơn so với bất kỳ loại vật liệu nào đang được sử dụng trong lĩnh vực điện tử. Độ rỗng bên trong của chúng cho phép lưu trữ các nguyên tử và phân tử tương tự như fullerene và ống nano carbon; diện tích bề mặt của schwarzite tương đương



Fullerene

Cấu trúc fullerene và graphene.



Graphene

trời, transistors, xúc tác, cảm biến, vật liệu polymer tổ hợp... Nếu fullerene có dạng mặt cong lồi, graphene có dạng phẳng, thì schwarzite lại có dạng mặt cong lõm. Những lần khám phá ra các dạng cấu trúc carbon trước đây (fullerene và graphene) đều tạo ra những bước đột phá về khoa học và kỹ thuật, các nhà khoa học cố gắng cho các nghiên cứu này đều đã giành được giải Nobel (vào các năm 1996 và 2010).

Schwarzite - thành viên còn lại

với diện tích bề mặt của zeolite tạo khuôn, giúp chúng có sự linh hoạt như zeolit, có thể tham gia làm chất xúc tác cho các phản ứng trong ngành công nghiệp dầu mỏ và khí thiên nhiên ✍

Lê Cao Chiến

(theo www.sciencedaily.com)