

TỦ BÁCH KIẾN THỨC  
Calvin Times Foundation

TRƯƠNG VĂN TÂN

**KHOA HỌC  
VÀ  
CÔNG NGHỆ  
NANO**



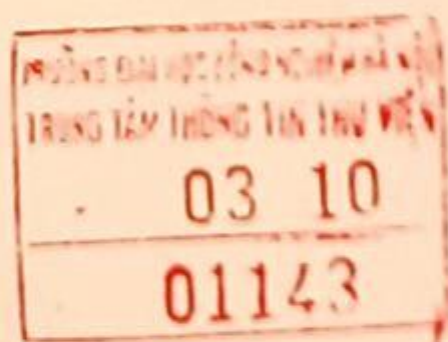
NHÀ XUẤT BẢN TRI THỨC

**TỦ SÁCH KIẾN THỨC**

Saigon Times Foundation

Trương Văn Tân

**KHOA HỌC  
VÀ CÔNG NGHỆ  
NANO**



NHÀ XUẤT BẢN TRI THỨC

## Mục lục

Lời tựa	9
Chương 1	21
Trong một thế giới cực nhỏ	
Chương 2	45
Cấu trúc nano thiên nhiên: bàn chân thạch sùng	
Chương 3	67
Mỹ học trong cấu trúc nano: bề mặt lá sen và hoa hồng	
Chương 4	97
Cơ học lượng tử và vật liệu nano	
Chương 5	143
Vật liệu nano trong y học: hiền mẫu hay tử thần?	
Chương 6	175
Mô phỏng sinh học: biến phân tử thành động cơ	
Chương 7	223
Vật liệu thần kỳ: ống than nano	



## Lời tựa

"Sự tưởng tượng quan trọng hơn tri thức."

*Albert Einstein*

Những thuật ngữ với tiền tố "nano" và cụm từ "khoa học nano, công nghệ nano" xuất hiện từ hai thập niên trước trong cộng đồng nghiên cứu khoa học dần dần trở thành những từ ngữ thông dụng hằng ngày. Chúng ta đang sống trong một thời đại mà ba cuộc cách mạng công nghệ đang âm thầm diễn ra. Trước nhất, cuộc cách mạng công nghệ tin học và vi tính đã và đang mang lại những thay đổi lớn trong sinh hoạt xã hội. Tiếp đến, cuộc cách mạng vật liệu nano và cách mạng công nghệ sinh học đặt trên nền móng của công nghệ nano đang tiến tới chúng ta như những đợt sóng thần. Công nghệ nano được đề cập thường xuyên trên báo chí, các phương tiện truyền thông, mạng điện tử với nhiều hứa hẹn và tiềm năng "đổi đời". Nhưng đây chỉ là phần nổi với nhiều bài viết không chuyên nằm trong vùng giao thoa giữa khoa học ứng dụng và khoa học viễn tưởng. Phần ngầm của công nghệ nano là những công trình nghiên cứu nghiêm túc trong nhiều năm qua của các nhà khoa học lỗi lạc trong các nhóm nghiên cứu trên toàn thế giới.



Khoa học và công nghệ nano là bộ môn đòi hỏi kiến thức đa ngành, liên quan đến những vật liệu và các cấu trúc cực nhỏ ở kích cỡ nanomet; một nanomet là một phần tỷ mét, hay 1/100.000 đường kính sợi tóc. Nó quy tụ nhiều tài năng trong khoa học bao gồm vật lý, hóa học, sinh học, sinh y học, vật liệu học, điện học, cơ học, toán học, vi tính, cho việc nghiên cứu những vật vô cùng nhỏ nhưng mang lại lợi ích vô cùng lớn. Công nghệ nano có nguồn gốc từ thiên nhiên và đồng thời có ảnh hưởng và liên hệ với tất cả mọi chất liệu làm nên vũ trụ, con người, sinh thực vật trên quả đất như nhiên liệu, quặng mỏ, kim loại, kim cương, than, tế bào, xương, máu, protein, DNA. Về mặt khoa học, nghiên cứu về vật liệu và cấu trúc nano càng ngày càng cho thấy nhiều hiện tượng mới lạ, và công nghệ nano đã tạo ra các vật liệu lý tưởng mà các nhà vật lý lý thuyết hằng mơ ước, như ống nano, chấm lượng tử (hạt nano), dây một thứ nguyên (dây nano), mặt phẳng hai thứ nguyên (graphene của than chì) để thực chứng các công thức và lý luận của mình. Có lẽ không có một bộ môn khoa học nào trong đó nghiên cứu cơ bản có một ảnh hưởng và liên hệ sâu sắc đến nghiên cứu ứng dụng như khoa học nano.

Trong bối cảnh rộng lớn và đa dạng này, công nghệ nano mang tới cho con người một nguồn tri thức cực kỳ phong phú cộng thêm một tư duy cách mạng với nhiều khả năng đột phá để làm tốt hơn, rẻ hơn những sản phẩm khoa học mà từ xưa đã tạo ra nhiều lợi nhuận như dược



phẩm, mỹ phẩm, hóa chất, tơ sợi, chip vi tính, bộ nhớ vi tính, màn hình, chất bán dẫn, năng lượng, dụng cụ y khoa, dụng cụ điện tử và nhiều sản phẩm quan trọng khác.

Như Einstein đã từng nói, "Sự quan tâm về con người và số phận của con người lúc nào cũng phải là một mục tiêu trong tất cả mọi nỗ lực của khoa học kỹ thuật. Đừng bao giờ quên rằng yếu tố này nằm đâu đó giữa những biểu đồ và công thức của bạn". Mọi nghiên cứu không chỉ dừng ở điểm thỏa mãn sự hiếu kỳ hàn lâm. Nhà khoa học cũng không thể đứng ngoài vòng xã hội, chỉ biết thu mình trong tháp ngà nghiên cứu, hay chỉ hãnh diện với số bài báo cáo khoa học của mình. Những thành quả nghiên cứu cần phải được áp dụng để làm phong phú nền kinh tế quốc gia và sự tiện ích trong cuộc sống đời thường của con người. Công nghệ nano không phải là một ngoại lệ. Công nghệ nano mang tiềm năng chế tạo những vật liệu, linh kiện, dụng cụ và hệ thống mới cho những ứng dụng mới, đồng thời thay thế vật liệu cũ trong những sản phẩm hiện có để cải thiện phẩm chất trở nên bền vững, ứng đáp nhanh, tốt và thu nhỏ hơn. Trong thế đứng trung tâm, công nghệ nano không những làm giàu tri thức khoa học của con người mà còn cho vô số tiềm năng để tạo ra lợi nhuận, làm ra tiền, và rất nhiều tiền.

Trước viễn ảnh nhiều hứa hẹn này, chính phủ tại các nước tiên tiến đã đầu tư hàng tỷ đô la cộng với hàng tỷ đô la khác từ doanh nghiệp tư nhân vào việc nghiên cứu và triển khai công nghệ nano. Nhưng khác với việc đầu tư



vào các dự án nghiên cứu khoa học khổng lồ, chẳng hạn như chương trình khám phá không gian của Mỹ với một mục đích rất rõ ràng và thời gian hoàn tất được tiên định, thì mục đích của công nghệ nano là những ngõ ngách bao gồm nhiều lĩnh vực. Vì sự đa dạng của mình, cuộc hành trình vô định của công nghệ nano không phải là con đường độc đạo mà tỏa ra nhiều hướng. Có người so sánh nó như cuộc "đổ xô tìm vàng" vài thế kỷ trước tại châu Mỹ và châu Úc. Nhà nghiên cứu công nghệ nano cũng như người đi tìm vàng mang theo một giấc mơ và sự tưởng tượng của mình hướng về mọi phía, tiến vào những vùng đất hoang vu, chưa khai phá, tìm kiếm những kho tàng khoa học.

Cũng như các ngành công nghệ khác, công nghệ nano có một "quang phổ" bao trùm tất cả mọi ý kiến. Ở một đầu "quang phổ" với những người lạc quan xem công nghệ nano là một công nghệ toàn năng mang lại cho con người một xã hội lý tưởng "utopia" dồi dào vật chất, thậm chí có thể làm sụp đổ nền kinh tế tư bản truyền thống chủ biệt dựa vào và bòn rút tài nguyên thiên nhiên. Ở đầu "quang phổ" kia là một số người bi quan nghi ngờ và lo ngại công nghệ nano sẽ tạo ra những con vi rút, vi trùng nhân tạo, các loại robot nano cực nhỏ tự sinh sôi nảy nở có khả năng tạo ra đại dịch phá hoại môi sinh và đưa con người đến con đường tự hủy diệt và tận thế! Giữa ý tưởng cực đoan của hai trường phái này là muôn ngàn ý tưởng và những thành tựu khoa học của hàng ngàn khoa học gia, nghiên cứu sinh trên toàn thế giới trong hai thập niên vừa qua.



Mục đích của cuốn *Khoa học và công nghệ nano* là giới thiệu một số thành tựu rực rỡ này bằng một ngôn ngữ giản dị. "Văn dĩ tải đạo", đây đó trong bài viết tôi xin được dùng một chút thơ văn đem đến sự tươi mát như những cơn mưa trong nắng hạ để tải cái "đạo khoa học" vốn dĩ rất khô khan, viết nên một quyển sách khoa học đại chúng. Đây không phải là quyển sách giáo khoa nhưng có thể dùng như một tài liệu tham khảo cho các giáo trình bậc đại học. Trong quá trình biên soạn, tôi giải thích bằng những thuật ngữ và dựa trên kiến thức ở trình độ năm thứ nhất và thứ hai đại học. Để tránh sự rườm rà và nội dung nặng nề, những phương trình toán học và công thức hóa học chỉ được dùng khi thực sự cần thiết. Tuy nhiên, phần Phụ lục với công thức toán và những cách tính toán đơn giản được trình bày sau một số chương để minh họa một cách định lượng nội dung bài viết. Phần này có thể giản lược nếu độc giả không thích toán.

Quyển sách được chia làm bảy chương. Chương 1 là bài tổng quan nói đến nguồn gốc, ý nghĩa và những tiềm năng ứng dụng của khoa học và công nghệ nano. Một điều hiển nhiên bình thường hiện hữu trong ta, xung quanh ta nhưng hiếm người biết đến là sinh thực vật, kể cả cơ thể con người, là những sản phẩm ưu việt của công nghệ nano. Vô hình trung, tạo hóa là người tận dụng công nghệ nano xa xưa nhất từ khi có sự sống trên quả địa cầu. Chương 2 đề cập đến bàn chân thạch sùng, một sản phẩm thiên nhiên với cấu trúc nano làm cho bàn chân dính không cần chất keo, khiến thạch sùng có thể leo tường hay di chuyển



ngược đầu không rớt xuống đất. Cấu trúc nano của bề mặt lá sen và hoa hồng được mô tả trong Chương 3. Đặc tính của bề mặt "cực ghét nước" (không dính nước) hay "hiệu ứng lá sen" tự làm sạch, được lý giải từ sự đa dạng của cấu trúc nano trên bề mặt hoa lá của các loài thực vật.

Sự đòi hỏi thu nhỏ các linh kiện điện tử và nhu cầu chế tạo được phẩm cho hóa trị liệu ung thư là hai lĩnh vực tiêu biểu đã thúc đẩy các nhà khoa học nhìn đến tiềm năng và phương pháp luận của công nghệ nano. Từ bối cảnh của các sản phẩm nano thiên nhiên được đề cập ở Chương 2 và Chương 3, những thành tựu trong việc thu nhỏ vật liệu đến kích cỡ nanomét, tổng hợp ống than nano, việc mô phỏng thiên nhiên đến cấp phân tử và các ứng dụng của sản phẩm nano được đề cập ở những chương còn lại. Chương 4 giới thiệu sơ lược ý nghĩa của cơ học lượng tử và giải thích ảnh hưởng của nó trên các hạt nano (còn gọi chấm lượng tử) và các ứng dụng liên quan với sóng điện từ bao trùm tia tử ngoại, ánh sáng thấy được và tia hồng ngoại. Chương 5 nói đến khả năng ứng dụng của vật liệu nano trong y học mà mục tiêu chính hiện nay là chế tạo các loại hạt nano "thông minh" có khả năng tải thuốc diệt ung thư và tự động nhả thuốc ở một nơi được chỉ định như tế bào ung thư. Chương này cũng đặc biệt lưu tâm đến những nguy hiểm ẩn tàng khi vật liệu nano tồn tại trong cơ thể con người.

Công nghệ nano đi từ thiên nhiên; các nhà khoa học mô phỏng động cơ phân tử trong tế bào sinh vật để làm ra



những động cơ cực nhỏ biết xoay, biết đi, biết nhảy ở cấp nguyên tử, phân tử - mức nhỏ tận cùng của vật chất - và biết "vâng lời" theo ý muốn của người điều khiển. Tính từ thuở khai thiên lập địa, Mẹ thiên nhiên đã có kinh nghiệm 4 tỷ năm làm ra những động cơ phân tử sinh học, kinh nghiệm của con người chỉ có vài thập niên. Con người cố gắng mô phỏng thiên nhiên, nhưng đến trình độ nào? Chương 6 mô tả những thách thức kỹ thuật trong việc mô phỏng và vai trò của hóa học hữu cơ trong quá trình tổng hợp làm ra những siêu phân tử như một bộ phận lắp ráp cho động cơ nano nhân tạo cực nhỏ.

Chương 7 là chương cuối cùng đề cập đến ống than nano, "nàng Lọ Lem của thế kỷ 21", một ngôi sao sáng trong vòm trời vật liệu nano. Ống than nano có thể xem là một "vật liệu thần kỳ" vì những đặc tính siêu việt chưa từng thấy trong lịch sử khoa học. Hơn một phần ba những công trình khoa học về công nghệ nano là ống than nano. Chương này nói đến việc sử dụng ống than nano trong lĩnh vực gia cường cho plastic, khả năng làm cái "thang trời" leo lên tận mây xanh, các ứng dụng điện tử, quang điện tử, và tiềm năng dùng ống nano để tạo con robot nano hay thay thế nguyên tố silicon để thu nhỏ transistor đến cấp phân tử, một linh kiện quan trọng trong các dụng cụ điện tử, kể cả máy vi tính. Tuy nhiên, trong niềm lạc quan về sự hiện hữu của một vật liệu thần kỳ, chúng ta cũng phải cảnh giác trước những nguy hại mà ống nano có thể gây ra trong cơ thể con người. Ống than nano là người hùng hay là sát thủ? Hy vọng chương cuối cùng này sẽ



cho người đọc vài nhận định và suy nghĩ về định hướng tương lai của ống than, vật liệu nano nói riêng và nền công nghệ nano nói chung.

Tôi hy vọng quyển sách nhỏ này sẽ đem đến cho độc giả một cái nhìn cơ bản về khoa học và công nghệ nano. Tôi cố gắng sàng lọc những công trình nghiên cứu và thành tựu khoa học từ một số sách tiếng Anh, tiếng Nhật, các báo cáo đăng trên các tạp chí chuyên ngành, và những tài liệu hữu ích, hình vẽ từ Google và Wikipedia để đem tới độc giả những thông tin mới nhất và thú vị nhất. Khoa học và công nghệ nano đang có những bước tiến vĩ đại, cho nên một số điều viết trong quyển sách này có thể trở nên lỗi thời sau một thời gian ngắn dù các thông tin được cập nhật đến thời điểm những dòng chữ này đang được viết. Vì sự hiểu biết có hạn trước cái vô hạn của tri thức khoa học, tôi xin độc giả lượng thứ cho những sai sót không tránh được trong lúc biên soạn.

Tôi thành thật cảm ơn chị Võ Thị Diệu Hằng, chủ biên mạng [www.vietsciences.free.fr](http://www.vietsciences.free.fr), anh Hà Dương Tuấn (Hàn Thủy) chủ biên mạng [www.diendan.org](http://www.diendan.org) và anh Trần Thanh Việt chủ biên mạng [www.erct.com](http://www.erct.com) của Exryu, cựu du học sinh tại Nhật Bản, đã bỏ thời gian quý báu của mình sửa chữa, đề nghị và hiệu đính các bài viết của tôi trong hai năm qua mà bây giờ là các chương sách. Tôi cũng cảm ơn bạn bè thân thiết gần xa và những bạn đọc trên mạng chưa bao giờ biết mặt đã có những lời khích lệ chân thành và trao đổi ân cần.



Cuối cùng, tôi xin cảm ơn anh Trần Hữu Quang đã cố vũ, cộng tác và giúp đỡ nhiệt tình, chị Võ Thị Ngọc Xuân đã không quản công tổ chức và quán xuyến mọi việc. Tôi cũng tri ân ban chủ biên Tủ sách Kiến thức (thuộc Saigon Times Foundation) và Nhà xuất bản Tri thức đã giúp đỡ tôi và bảo trợ cho việc thành hình và xuất bản quyển sách. Tôi đã gom góp từng làn gió nhỏ và các anh chị đã giúp tôi tung gió đi khắp muôn phương, như một chút đóng góp cho tương lai và sự hưng thịnh của nền khoa học Việt Nam.

Đầu xuân Melbourne, tháng 8 năm 2009

TRƯƠNG VĂN TÂN

