

SINH HỌC

Dịch theo sách xuất bản lần thứ tám

CAMPBELL • REECE

URRY • CAIN • WASSERMAN

MINORSKY • JACKSON



Khía cạnh hoá học của sự sống



▲ Hình 2.1 Ai chăm sóc khu vườn này?

CÁC KHÁI NIỆM THEN CHỐT

- 2.1 Vật chất được cấu tạo từ các nguyên tố hoá học ở dạng tinh khiết và hợp chất
- 2.2 Các đặc tính của nguyên tố hoá học phụ thuộc vào cấu trúc nguyên tử của nó
- 2.3 Sự hình thành và chức năng của các phân tử phụ thuộc vào liên kết hoá học giữa các nguyên tử
- 2.4 Các phản ứng hoá học tạo ra và phá vỡ các liên kết hoá học

TỔNG QUAN

Sự kết nối hoá học với sinh học

Rừng mưa Amazon ở Nam Mỹ là một hình ảnh về tính đa dạng của sự sống trên Trái Đất. Những con chim, côn trùng nhiều màu sắc và những động vật khác sống giữa vô vàn cây to, cây bụi, cây leo và hoa dại, và cuộc du ngoạn dọc theo luồng nước hay đường rừng sẽ mở ra trước mắt ta sự đa dạng phong phú của đời sống thực vật. Vì vậy, khách thăm quan gần đầu nguồn ở Peru sẽ phải ngạc nhiên khi đi qua dấu vết khu rừng giống như ta thấy cận cảnh trên **Hình 2.1**. Đoạn đường này gần như chỉ có một loài thực vật duy nhất - những cây liêu có hoa có tên là *Duroia hirsuta*. Du khách có thể ngạc nhiên muốn biết mảnh vườn này có phải do người dân địa phương trồng và gìn giữ hay không, nhưng người dân bản xứ cũng bối rối như du khách vậy. Họ gọi những khu vực có cây *Duroia* mọc là “những khu vườn của quỷ” xuất phát từ truyền thuyết ví chúng như linh hồn của quỷ rừng.

Để tìm kiếm cách lý giải khoa học, gần đây một nhóm nghiên cứu do Deborah Gordon dẫn đầu, người trả lời phỏng vấn trên trang 28-29, đã giải đáp điều huyền bí về “vườn quỷ”. **Hình 2.2** mô tả thí nghiệm chính của họ. Các nhà nghiên cứu cho thấy, những người “nông dân” tạo ra và duy trì những khu vườn đó chính là kiến sống trên những cành rỗng của cây *Duroia*.

Kiến không trồng các cây *Duroia* nhưng chúng ngăn cản những loài thực vật khác phát triển bằng cách tiêm vào chúng chất độc. Bằng cách đó, kiến tạo ra không gian là lãnh địa cho cây *Duroia* phát triển. Với khả năng duy trì và mở rộng nơi định cư của nó, một đàn kiến của khu vườn quỷ có thể sống hàng trăm năm.

Chất hoá học mà kiến dùng để loại bỏ những cây khác trong khu vườn của chúng là acid formic. Nhiều loài kiến sinh ra chất này, và thực sự tên acid đó là tên latin của kiến, *formica*. Trong nhiều trường hợp, có lẽ, acid formic là chất tẩy uế, bảo vệ kiến chống lại các vi sinh vật ký sinh. Kiến vườn quỷ là loài kiến đầu tiên dùng acid formic làm chất diệt cỏ. Cách sử dụng chất hoá học này là một bổ sung quan trọng vào danh mục các chức năng mà hoá chất làm trung gian thực hiện trong thế giới côn trùng. Các nhà khoa học đã biết rằng, các chất hoá học đóng vai trò quan trọng trong việc thông tin của côn trùng, hấp dẫn bạn tình và bảo vệ chống lại các vật săn mồi.

Nghiên cứu về vườn quỷ chỉ là một ví dụ về mối liên quan của hoá học với việc nghiên cứu sự sống. Không giống như danh mục các khoá học của trường đại học, tự nhiên không nằm gọn trong từng ngành khoa học về tự nhiên - sinh học, hoá học, vật lý học... Các nhà sinh học chuyên nghiên cứu sự sống nhưng sinh vật và môi trường của chúng là các hệ thống tự nhiên mà các khái niệm hoá học và vật lý cũng cần phải được áp dụng. Sinh học là một khoa học đa ngành.

Phần này giới thiệu với chúng ta những khái niệm cơ bản của hoá học sẽ được áp dụng trong suốt quá trình nghiên cứu sự sống. Chúng ta sẽ tạo ra nhiều mối liên kết với các chủ đề ở Chương 1. Một trong số các chủ đề đó là tổ chức sự sống thành hệ thống phân cấp cấu trúc với những đặc tính nổi trội bổ sung xuất hiện ở mỗi cấp bậc kế tiếp. Trong phần này, chúng ta sẽ thấy các đặc tính nổi trội xuất hiện như thế nào ở cấp tổ chức sinh học thấp nhất - như sự sắp xếp các nguyên tử trong phân tử và các mối tương tác của các phân tử đó bên trong tế bào. Ở đâu đó khi chuyển từ phân tử sang tế bào, chúng ta sẽ vượt qua ranh giới không rõ ràng giữa cái không sống và sự sống. Chương này tập trung vào thành phần hoá học cấu tạo nên mọi vật chất.

▼ Hình 2.2 Tìm hiểu

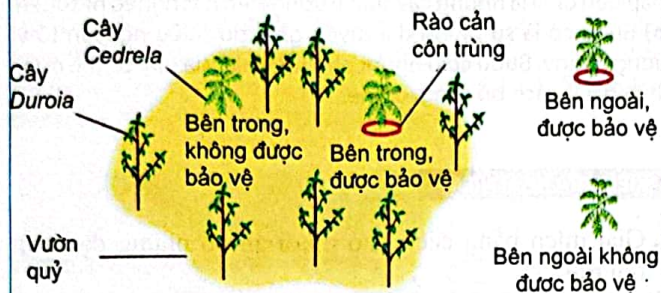
Cái gì tạo nên “vườn quỳ” ở rừng mưa?

THÍ NGHIỆM

Dưới sự hướng dẫn của Deborah Gordon và cùng với Michael Greene, sinh viên Megan Frederickson đã tìm kiếm nguyên nhân của “vườn quỳ”, nơi chỉ có duy nhất một loài cây, *Duroia hirsuta*.

Một giả thuyết được đưa ra là, những con kiến sống trên các cây đó, *Myrmelachista schumanni*, sinh ra chất độc giết các loài cây khác; một giả thuyết khác là, các cây *Duroia* tự giết các cây cạnh tranh khác, có lẽ cũng bằng chất hoá học.

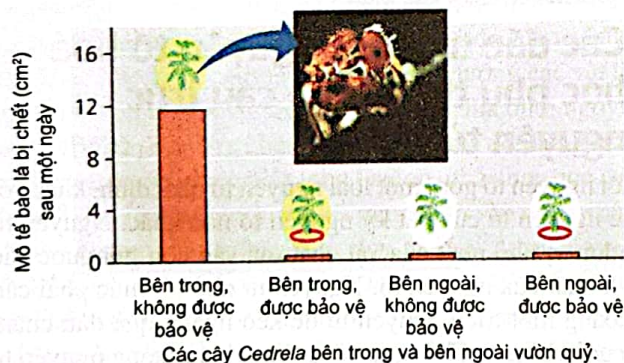
Để kiểm chứng các giả thuyết đó, Frederickson đã tiến hành thí nghiệm thực địa ở Peru. Hai cây non của loài địa phương không phải là loài cây chủ, *Cedrela odorata*, được trồng bên trong mười khu vườn quỳ, mỗi vườn có 10 cây. Gốc mỗi cây được phủ một lớp rào cản côn trùng bằng chất dính quanh gốc. Các cây khác không được bảo vệ. Hai cây non *Cedrela* khác được trồng bên ngoài mỗi khu vườn, cách khu vườn 50 m và không được bảo vệ.



Các nhà khoa học quan sát hoạt động của kiến trên lá cây *Cedrela* và đo vùng mô lá bị chết sau một ngày. Họ cũng phân tích hàm lượng tuyến độc của kiến.

KẾT QUẢ

Từ gai đuôi ở đốt bụng cuối cùng, kiến tiêm vào lá cây không được bảo vệ trong khu vườn quỳ (xem ảnh). Trong vòng một ngày, trên lá xuất hiện những vùng mô chết (xem đồ thị). Những cây được bảo vệ không bị tiêm, giống như những cây được trồng ngoài khu vườn. Acid formic là chất duy nhất được phát hiện trong tuyến độc của kiến.



KẾT LUẬN

Loài kiến *Myrmelachista schumanni* giết chết những cây không là vật chủ của nó bằng cách tiêm vào lá acid formic, tạo nên khu vực sống chỉ có các cây vật chủ (vườn quỳ) cho đàn kiến.

NGUỒN TÀI LIỆU

M. E. Frederickson, M. J. Greene and D. M. Gordon, "Devil's gardens" bedevilled by ants, *Nature* 437; 495-496 (2005).

ĐIỀU GÌ NẾU?

Kết quả sẽ thế nào nếu các cây không được bảo vệ không sinh trưởng được ở vườn quỳ là bởi hoá chất do chính cây *Duroia* tiết ra chứ không phải do kiến tiết ra?

KHÁI NIỆM

2.1

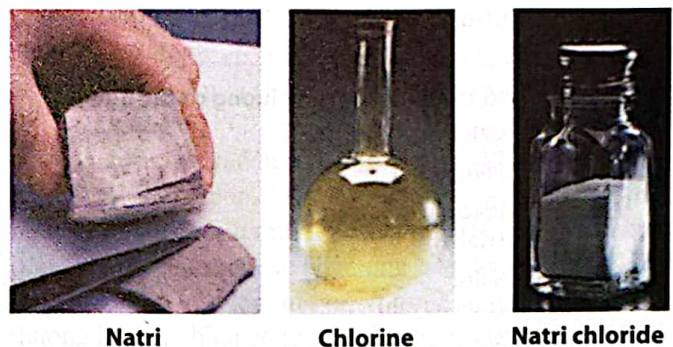
Vật chất được cấu tạo từ các nguyên tố hoá học ở dạng tinh khiết và hợp chất

Sinh vật được cấu tạo từ vật chất, là bất kỳ cái gì choán không gian và có khối lượng.* Vật chất tồn tại ở nhiều dạng. Hòn đá, kim loại, dầu, khí và con người chỉ là vài ví dụ trong số các ví dụ vô tận về vật chất.

Nguyên tố và hợp chất

Vật chất được tạo nên từ các nguyên tố. Nguyên tố là chất không thể bị phá hủy thành các chất khác bởi các phản ứng hoá học. Ngày nay, các nhà khoa học xác nhận có 92 nguyên tố trong tự nhiên; vàng, đồng, carbon và oxygen là những ví dụ. Mỗi nguyên tố có một biểu tượng, thường là chữ cái đầu hoặc hai chữ cái đầu của tên nó. Một số biểu tượng có nguồn gốc từ chữ Latin hoặc Đức; ví dụ, biểu tượng của natri là Na, từ chữ latin *natrium*.

Hợp chất là chất được cấu tạo từ hai hoặc nhiều nguyên tố kết hợp lại theo một tỷ lệ nhất định. Ví dụ, muối ăn là natri chloride (NaCl), là hợp chất được cấu tạo từ nguyên tố natri (Na) và chlorine (Cl) theo tỷ lệ 1:1. Natri tinh khiết là kim loại và chlorine tinh khiết là chất khí độc. Tuy nhiên, khi kết hợp hoá học lại, natri và chlorine tạo thành hợp chất không độc. Nước, một hợp chất khác, được cấu tạo từ các nguyên tố hydrogen (H) và oxygen (O) theo tỷ lệ 2:1. Đó là những ví dụ đơn giản về vật chất được tổ chức lại, có những tính chất mới xuất hiện: Hợp chất có những đặc tính khác với các nguyên tố của nó (Hình 2.3).



▲ Hình 2.3 Những đặc tính nổi trội của hợp chất. Natri kim loại kết hợp với chất khí chlorine độc tạo nên hợp chất natri chloride, hay muối ăn, không độc.

*Đôi khi, chúng ta dùng thuật ngữ *trọng lượng* thay cho khối lượng, mặc dù hai thuật ngữ đó không giống nhau. Khối lượng là lượng vật chất trong vật thể, trong khi trọng lượng của vật thể là khối lượng đó bị trọng lực hút mạnh đến mức nào. Trọng lượng của nhà du hành vũ trụ đi trên mặt trăng bằng khoảng 1/6 trọng lượng trên Trái Đất, tuy nhiên, khối lượng vẫn như vậy. Hơn nữa, khi chúng ta ở lâu trên mặt đất thì trọng lượng của vật thể chính là số đo khối lượng của nó; trong ngôn ngữ hàng ngày, chúng ta có xu hướng dùng hai thuật ngữ này thay cho nhau.

Các nguyên tố quan trọng của sự sống

Khoảng 25 trong số 92 nguyên tố được biết là quan trọng đối với sự sống. Chỉ bốn trong số đó - carbon (C), oxygen (O), hydrogen (H) và nitrogen (N)-cấu tạo nên 96% vật chất sống. Phosphorus (P), lưu huỳnh (S), calcium (Ca), kali (K) và vài nguyên tố khác tạo nên 4% còn lại của trọng lượng cơ thể. **Bảng 2.1** liệt kê tỷ lệ phần trăm các nguyên tố cấu tạo nên cơ thể người; tỷ lệ đó cũng tương tự đối với các sinh vật khác. **Hình 2.4a** minh họa hiệu ứng do thiếu hụt nitrogen, một nguyên tố quan trọng ở thực vật.

Các nguyên tố vi lượng là những nguyên tố cơ thể chỉ cần với số lượng nhỏ. Một số nguyên tố vi lượng như sắt (Fe) là nguyên tố mà mọi dạng sống đều cần; một số nguyên tố khác chỉ những loài nhất định cần. Ví dụ, ở động vật có xương sống, nguyên tố iodine (I) là thành phần quan trọng của hormone do tuyến giáp tạo ra. Lượng ăn vào hàng ngày 0,15 mg iodine là đủ cho hoạt động bình thường của tuyến giáp. Sự thiếu hụt iodine trong thức ăn làm cho tuyến giáp có kích thước không bình thường, trạng thái được gọi là bướu cổ (**Hình 2.4b**). Muối iodine làm giảm tỷ lệ mắc bệnh bướu cổ.

Bảng 2.1 Các nguyên tố có trong cơ thể người

Ký hiệu	Nguyên tố	Số thứ tự nguyên tử (xem tr. 33)	Tỷ lệ phần trăm so với trọng lượng cơ thể người
---------	-----------	----------------------------------	---

Các nguyên tố tạo nên 96% trọng lượng cơ thể người

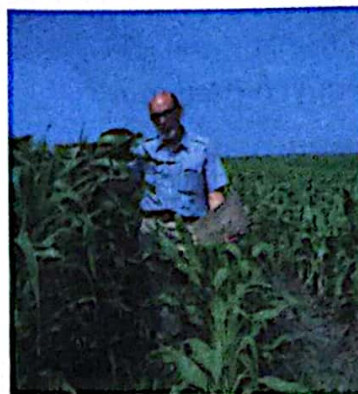
O	Oxygen	8	65,0
C	Carbon	6	18,5
H	Hydrogen	1	9,5
N	Nitrogen	7	3,3

Các nguyên tố tạo nên 4% trọng lượng cơ thể người

Ca	Calcium	20	1,5
P	Phosphorus	15	1,0
K	Potassium (Kali)	19	0,4
S	Sulfur (Lưu huỳnh)	16	0,3
Na	Sodium (Natri)	11	0,2
Cl	Chlorine	17	0,2
Mg	Magnesium	12	0,1

Các nguyên tố tạo nên ít hơn 0,01% trọng lượng cơ thể người (các nguyên tố vi lượng)

Boron (B), chromium (Cr), cobalt (Co), copper (Cu), Fluorine (F), iodine (I), iron (Fe), manganese (Mn), molybdenum (Mo), selenium (Se), silicon (Si), tin (Sn), vanadium (V), zinc (Zn)



(a) Sự thiếu hụt nitrogen



(b) Bệnh thiếu hụt iodine

▲ Hình 2.4. Hiệu ứng do thiếu hụt các nguyên tố quan trọng. (a) Bức ảnh này cho thấy hiệu ứng do thiếu hụt nitrogen ở ngô. Trong thí nghiệm được kiểm soát này, những cây cao bên trái là những cây sinh trưởng ở đất giàu nitrogen, còn những cây thấp bên phải là những cây sinh trưởng trên đất nghèo nitrogen. (b) Bướu cổ là sự phình đại tuyến giáp do thiếu nguyên tố vi lượng iodine. Bướu cổ ở người phụ nữ Malaysia này có thể được chữa bằng cách bổ sung iodine.

KIỂM TRA KHÁI NIỆM 2.1

1. Giải thích bằng cách nào muối ăn có những đặc tính nổi trội?
2. Nguyên tố vi lượng có quan trọng không? Giải thích.
3. **ĐIỀU GÌ NẾU?** Sắt (Fe) là nguyên tố vi lượng cần để hemoglobin, phân tử vận chuyển oxygen trong các tế bào hồng cầu, hoạt động chức năng hoàn hảo. Hiệu ứng thiếu hụt Fe có thể như thế nào?

Câu trả lời có trong Phụ lục A.

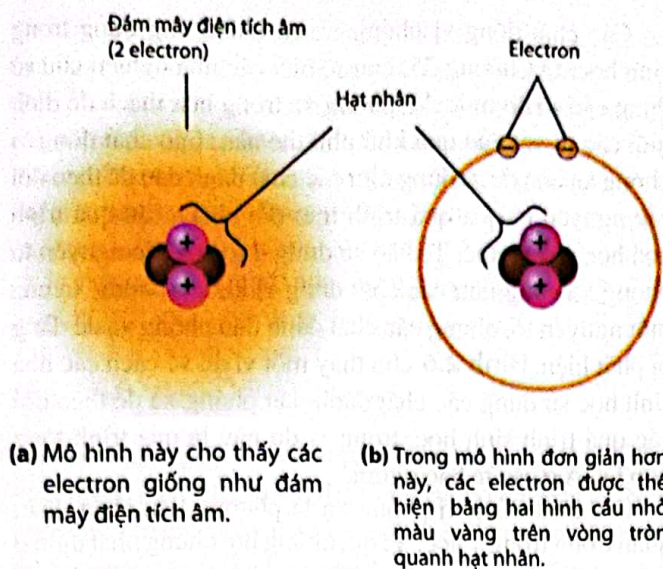
KHÁI NIỆM 2.2

Các đặc tính của nguyên tố hoá học phụ thuộc vào cấu trúc nguyên tử của nó

Mỗi nguyên tố gồm một loại nguyên tử nhất định, khác với các nguyên tử của bất kỳ nguyên tố nào khác. Nguyên tử là đơn vị nhỏ nhất của vật chất mà vẫn còn giữ được các tính chất của nguyên tố. Nguyên tử nhỏ tới mức phải cần khoảng một triệu nguyên tử để kéo ngang qua đầu chấm ở cuối câu này. Chúng ta cũng dùng biểu tượng nguyên tố để biểu diễn các nguyên tử cấu tạo nên nguyên tố đó. Ví dụ, biểu tượng C dùng để biểu diễn cả nguyên tố carbon và một nguyên tử carbon.

Các hạt dưới nguyên tử

Mặc dù nguyên tử là đơn vị nhỏ nhất vẫn giữ được các đặc tính của nguyên tố nhưng những mẫu rất nhỏ của vật chất đó vẫn được cấu tạo từ những phần nhỏ hơn được gọi là các **hạt dưới nguyên tử**. Các nhà vật lý học đã phân cắt nguyên tử thành hàng trăm loại hạt, tuy nhiên có ba loại hạt chính



▲ Hình 2.5 Các mô hình nguyên tử helium (He) đơn giản. Hạt nhân nguyên tử helium có 2 neutron (màu nâu) và 2 proton (màu hồng). Hai electron (màu vàng) nằm ngoài hạt nhân. Những mô hình này không theo tỷ lệ mà chỉ ước lượng kích thước của hạt nhân so với đám mây electron.

là neutron, proton và electron. Proton và electron là các hạt tích điện. Mỗi proton có một đơn vị điện tích dương và mỗi electron có một đơn vị điện tích âm. Neutron, như tên gọi của nó, trung tính về điện.

Proton và neutron cùng được bao gói chặt trong lõi đậm đặc hay **hạt nhân nguyên tử**, nằm ở trung tâm nguyên tử; các proton làm cho hạt nhân tích điện dương. Các electron tạo nên một kiểu đám mây tích điện âm bao quanh hạt nhân, và chính sự hấp dẫn giữa các điện tích trái dấu giữ cho các electron ở xung quanh hạt nhân. **Hình 2.5** là 2 mô hình cấu trúc của nguyên tử helium được lấy làm ví dụ.

Neutron và proton có khối lượng gần như nhau, khoảng $1,7 \times 10^{-24}$ gram (g). Gram và các đơn vị đo lường thuận tiện khác không thích hợp để mô tả khối lượng các vật thể quá nhỏ. Vì vậy, đối với nguyên tử và các hạt dưới nguyên tử (và cho cả phân tử), chúng ta dùng đơn vị đo lường được gọi là **dalton** để tưởng nhớ John Dalton, nhà khoa học Anh - người đã giúp phát triển thuyết nguyên tử vào những năm 1800. (Dalton, hay còn gọi là **đơn vị khối lượng nguyên tử**, ký hiệu *amu* - *atomic mass unite*, bạn có thể đã bắt gặp ở đâu đó). Neutron và proton có khối lượng gần bằng 1 dalton. Vì khối lượng của electron chỉ bằng 1/2.000 khối lượng của neutron và proton nên chúng ta có thể bỏ qua khi tính khối lượng tổng số của nguyên tử.

Số nguyên tử và khối lượng nguyên tử

Nguyên tử của mỗi nguyên tố khác nhau về số lượng các hạt dưới nguyên tử. Tất cả các nguyên tử của một nguyên tố có cùng số proton trong hạt nhân của chúng. Số proton là duy nhất cho mỗi nguyên tố và được gọi là **chỉ số nguyên tử (số thứ tự nguyên tử)** và nó được viết dưới dạng chỉ số dưới ở bên trái của biểu tượng nguyên tử.

Ví dụ, ký hiệu ${}^2\text{He}$ cho ta biết rằng nguyên tử của nguyên tố helium có 2 proton trong hạt nhân của nó. Ngoài ra, ký hiệu đó còn cho thấy nguyên tử trung hoà về điện, nghĩa là số proton bằng với số electron. Vì vậy, số nguyên tử cho ta biết số proton đồng thời cũng cho biết số electron trong một nguyên tử trung hoà điện.

Chúng ta có thể suy ra số neutron từ đại lượng định lượng thứ hai là **số khối lượng**, là tổng các proton cộng với neutron trong hạt nhân của nguyên tử. Số khối lượng được viết dưới dạng chỉ số trên bên trái biểu tượng nguyên tử. Ví dụ, chúng ta có thể viết ${}^4_2\text{He}$ cho nguyên tử helium. Vì số nguyên tử cho thấy có bao nhiêu proton nên chúng ta có thể xác định số neutron bằng cách lấy khối lượng nguyên tử trừ đi số nguyên tử: Nguyên tử ${}^4_2\text{He}$ có 2 neutron. Nguyên tử natri ${}^{23}_{11}\text{Na}$ có 11 proton, 11 electron và 12 neutron. Nguyên tử hydrogen ${}^1_1\text{H}$ đơn giản nhất, không có neutron; nó chỉ có 1 proton và 1 electron.

Như đã nói ở trên, sự đóng góp vào khối lượng nguyên tử của các electron được bỏ qua. Vì vậy, khối lượng của một nguyên tử tập trung chủ yếu vào hạt nhân của nó. Vì các neutron và các proton có khối lượng gần bằng 1 dalton nên số khối lượng xấp xỉ bằng tổng khối lượng nguyên tử và được gọi là **khối lượng nguyên tử**. Vậy, chúng ta có thể nói rằng, khối lượng nguyên tử của natri (${}^{23}_{11}\text{Na}$) là 23 dalton, mặc dù chính xác hơn là 22,9898 dalton.

Các chất đồng vị

Mọi nguyên tử của một nguyên tố đều có cùng số proton, nhưng một số nguyên tử có nhiều neutron hơn các nguyên tử khác của cùng nguyên tố đó. Những dạng nguyên tử khác nhau đó được gọi là các **chất đồng vị** của nguyên tố. Trong tự nhiên, nguyên tố tồn tại dưới dạng hỗn hợp các chất đồng vị của nó. Ví dụ, hãy xét ba chất đồng vị của nguyên tố carbon có số nguyên tử là 6. Chất đồng vị phổ biến là carbon-12, ${}^{12}_6\text{C}$, chiếm 99% carbon trong tự nhiên. Chất đồng vị ${}^{12}_6\text{C}$ có 6 neutron. Phần lớn trong số 1% carbon còn lại là chất đồng vị ${}^{13}_6\text{C}$, có 7 neutron. Dạng thứ ba, hiếm gặp, ${}^{14}_6\text{C}$, có 8 neutron. Chú ý rằng, cả ba chất đồng vị của carbon đều có 6 proton, nếu không thì chúng không còn là carbon. Mặc dù các chất đồng vị của một nguyên tố có khối lượng hơi khác nhau, chúng vẫn hoạt động như nhau trong các phản ứng hoá học. (Con số khối lượng nguyên tử được đưa ra, ví dụ 22,9898 cho carbon, thường là trung bình cộng khối lượng nguyên tử của tất cả các chất đồng vị của nguyên tố đó trong tự nhiên).

Cả ${}^{12}_6\text{C}$ và ${}^{13}_6\text{C}$ đều là các chất đồng vị bền vững, nghĩa là hạt nhân của chúng không có xu hướng bị mất đi các hạt. Tuy nhiên, chất đồng vị ${}^{14}_6\text{C}$ không bền vững, hoặc có tính phóng xạ. Chất đồng vị **phóng xạ** là chất mà hạt nhân của nó khi bị phân hủy một cách ngẫu nhiên, giải phóng các hạt và năng lượng. Khi sự phân hủy dẫn đến sự thay đổi số proton thì nó chuyển đổi nguyên tử sang nguyên tử của nguyên tố khác. Ví dụ, carbon phóng xạ phân hủy thành nitrogen.

Hình 2.6 Phương pháp nghiên cứu

Chất đánh dấu phóng xạ

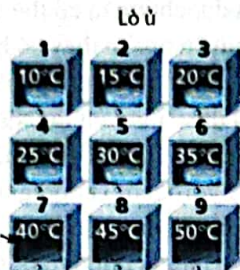
THÍ NGHIỆM

Các nhà khoa học sử dụng các chất đồng vị phóng xạ để đánh dấu các hợp chất hoá học nhất định, tạo ra các chất đánh dấu để có thể theo dõi quá trình trao đổi chất hoặc định vị hợp chất trong cơ thể. Trong ví dụ này, các chất đánh dấu phóng xạ được dùng để xác định hiệu ứng của nhiệt độ đến tốc độ sao chép DNA của tế bào.

KỸ THUẬT

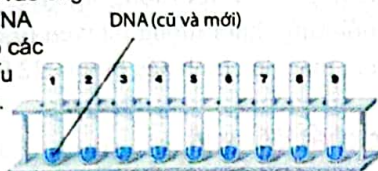
Hộp chất chứa chất đánh dấu phóng xạ (màu xanh nhạt)

Tế bào người



- 1 Các hợp chất mà tế bào dùng để tổng hợp DNA được bổ sung cho tế bào người. Một thành phần được đánh dấu bằng ^3H , chất đồng vị phóng xạ của hydrogen. Chín đĩa nuôi cấy tế bào được ủ ở những nhiệt độ khác nhau. Tế bào lồng ghép cả chất đánh dấu phóng xạ ^3H vào DNA mới tổng hợp.

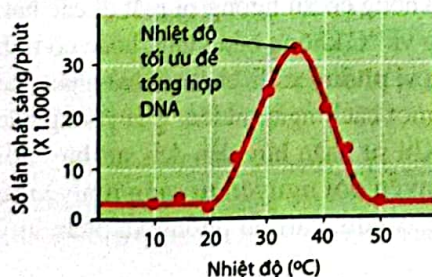
- 2 Các tế bào được đặt vào ống nghiệm; tách chiết DNA của chúng và loại bỏ các hợp chất đã đánh dấu không được sử dụng.



- 3 Một dung dịch được gọi là chất lỏng nhấp nháy được thêm vào ống nghiệm và các ống nghiệm được đặt vào máy đếm nhấp nháy. Vì ^3H trong phân tử DNA mới được tổng hợp, phân hủy nên nó phát ra bức xạ, kích thích các chất trong chất lỏng nhấp nháy làm cho chúng phát sáng. Máy đếm nhấp nháy ghi nhận các tia phát sáng.

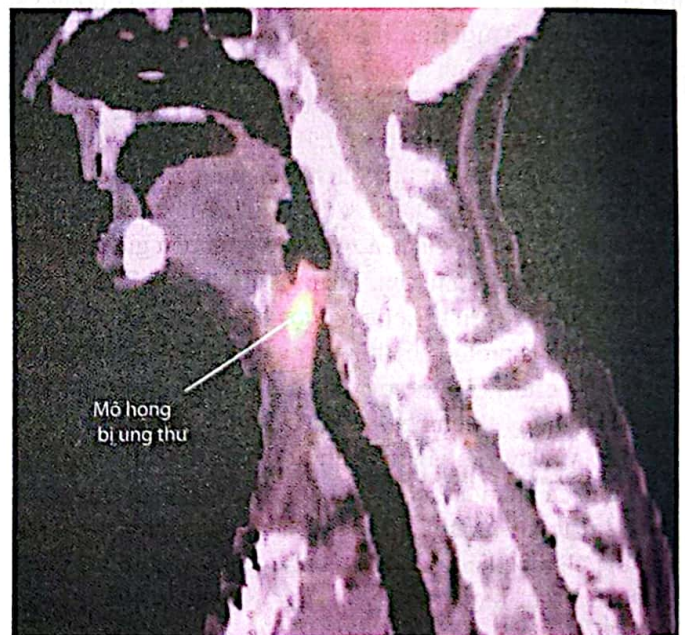
KẾT QUẢ

Tần số các tia phát sáng được tính trên một phút tỷ lệ thuận với lượng chất đánh dấu phóng xạ, cho thấy lượng chất đánh dấu phóng xạ có trong DNA mới tổng hợp. Trong thí nghiệm này, khi so sánh số lượng tia phát sáng theo phút với nhiệt độ, ta thấy rõ nhiệt độ tác động đến tốc độ tổng hợp DNA. Phần lớn DNA được tổng hợp ở 35°C.



Các chất đồng vị phóng xạ có nhiều ứng dụng trong sinh học. Ở Chương 25, bạn sẽ biết các nhà nghiên cứu sử dụng các số đo mức độ phóng xạ trong hoá thạch để định tuổi các di vật của quá khứ như thế nào. Các chất đồng vị phóng xạ còn được dùng như các chất đánh dấu để theo dõi các nguyên tử qua quá trình trao đổi chất - các quá trình hoá học của cơ thể. Tế bào sử dụng được cả các nguyên tử phóng xạ cũng như các chất đồng vị không phóng xạ của một nguyên tố, nhưng các chất đánh dấu phóng xạ dễ dàng bị phát hiện. Hình 2.6 cho thấy một ví dụ về cách các nhà sinh học sử dụng các chất đánh dấu phóng xạ để theo dõi các quá trình sinh học, trong ví dụ này là quá trình tổng hợp DNA ở các tế bào người.

Các chất đồng vị phóng xạ là phương tiện chẩn đoán quan trọng trong y học. Ví dụ, những hội chứng nhất định ở thận có thể được chẩn đoán bằng cách tiêm vào một lượng nhỏ các chất chứa chất đồng vị phóng xạ vào máu, sau đó đo lượng chất đánh dấu tiết ra ở nước tiểu. Các chất đánh dấu phóng xạ còn được sử dụng phối hợp với các dụng cụ hiện hình tinh vi, như máy nội soi PET - máy có thể theo dõi các quá trình hoá học, ví dụ như các quá trình diễn ra trong sự sinh trưởng của khối u ung thư, đúng như nó thực sự diễn ra trong cơ thể (Hình 2.7).



▲ Hình 2.7 Phương pháp chụp cắt lớp PET, một phương pháp sử dụng chất đồng vị phóng xạ trong y học. Phương pháp PET, chữ viết tắt của phương pháp nội soi vị trí phát sáng, phát hiện được vị trí có hoạt động hoá học mạnh trong cơ thể. Đầu tiên, người bệnh được tiêm chất dinh dưỡng, ví dụ như glucose, chứa chất đồng vị phóng xạ phát ra các hạt dưới nguyên tử. Các hạt này va đập với các electron do phản ứng hoá học tạo ra trong cơ thể. Máy nội soi PET phát hiện năng lượng do sự va đập đó tạo ra và định vị các "điểm nóng". Cùng với lượng chất đồng vị, màu sắc của hình ảnh cũng thay đổi, với màu vàng nhạt ở đây là các mô ung thư ở họng.

Mặc dù các chất đồng vị phóng xạ rất hữu ích để nghiên cứu sinh học và y học, song sự phóng xạ từ các chất đồng vị bị phân huỷ cũng nguy hiểm cho sự sống do nó phá huỷ các phân tử của tế bào. Tính nghiêm trọng của các tổn thương đó phụ thuộc vào loại và lượng phóng xạ mà cơ thể hấp thụ. Một trong số những mối nguy hiểm nghiêm trọng nhất cho môi trường là đồng vị phóng xạ thải ra từ các sự cố hạt nhân. Tuy nhiên, liều lượng của các chất đồng vị dùng trong chẩn đoán y học là tương đối an toàn.

Mức năng lượng của electron

Các mô hình nguyên tử đơn giản trên Hình 2.5 phóng đại kích thước hạt nhân so với thể tích toàn bộ nguyên tử. Nếu nguyên tử helium có kích thước như sân vận động Yankee thì hạt nhân chỉ có kích thước như cục tẩy nằm ở giữa sân. Hơn nữa, hai electron chỉ giống như hai con muỗi mất nhỏ bé bay vo ve xung quanh sân vận động. Nguyên tử phần lớn là không gian rỗng.

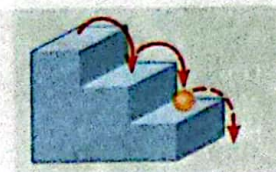
Khi hai nguyên tử tiếp cận nhau trong phản ứng hoá học, hạt nhân của chúng không đến được đủ gần để tương tác với nhau. Trong số ba loại hạt dưới nguyên tử mà chúng ta đã nói, chỉ có các electron là trực tiếp tham gia vào các phản ứng hoá học giữa các nguyên tử.

Các electron của nguyên tử có lượng năng lượng thay đổi. **Năng lượng** được định nghĩa là khả năng gây ra biến đổi - ví dụ, bằng cách sinh công. **Thế năng** là năng lượng mà vật chất có được nhờ vị trí hoặc cấu trúc của nó. Ví dụ, nước trong hồ chứa trên đồi có thế năng nhờ độ cao. Khi cửa xả mở ra và nước chảy xuống thì năng lượng đó có thể dùng để sinh công, ví dụ, để quay máy phát điện. Vì năng lượng tiêu hao đi, nước ở chân đồi có ít năng lượng hơn khi ở trong hồ chứa. Vật chất có xu hướng tự nhiên là chuyển sang trạng thái thế năng thấp hơn; trong ví dụ này là nước chảy xuống phía dưới. Để phục hồi lại thế năng của hồ chứa, công phải được sinh ra để đưa nước lên cao, chống lại trọng lực.

Các electron của nguyên tử có thế năng nhờ cách chúng được sắp xếp so với hạt nhân. Các electron tích điện âm bị hấp dẫn bởi hạt nhân tích điện dương. Cần phải tốn công để đẩy electron ra xa hạt nhân nên electron càng xa hạt nhân càng có thế năng cao. Không giống như dòng nước chảy liên tục từ trên đồi, sự biến đổi thế năng của các electron chỉ xảy ra ở các giai đoạn có lượng năng lượng xác định. Một electron có lượng năng lượng nhất định giống như quả bóng trên bậc cầu thang (**Hình 2.8a**). Quả bóng có thể có thế năng khác nhau phụ thuộc vào nó ở bậc cầu thang nào nhưng nó không thể dừng lại lâu ở các bậc. Tương tự như vậy, thế năng của electron được xác định bởi mức năng lượng của nó. Electron không thể tồn tại giữa các bậc năng lượng.

Mức năng lượng của electron tương quan với khoảng cách trung bình tính từ hạt nhân. Các electron được tìm thấy ở các **lớp electron** khác nhau, mỗi lớp có khoảng

(a) Quả bóng rơi xuống theo các bậc cầu thang cho ta hình ảnh tương tự như các mức năng lượng của electron vì quả bóng chỉ có thể nghỉ trên mỗi bậc chứ không thể nghỉ giữa các bậc.

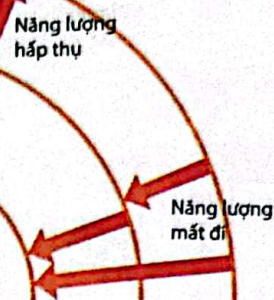


Lớp thứ ba
(mức năng lượng cao nhất)

Lớp thứ hai
(mức năng lượng cao hơn)

Lớp thứ nhất
(mức năng lượng thấp nhất)

Hạt nhân
nguyên tử



(b) Electron có thể nhảy từ mức năng lượng này sang mức năng lượng khác chỉ khi năng lượng thu vào hoặc mất đi đúng bằng mức sai khác giữa các mức năng lượng của hai lớp. Các mũi tên cho thấy một số bước chuyển mức thế năng có thể xảy ra.

▲ **Hình 2.8. Các mức năng lượng của electron.** Các electron chỉ tồn tại ở các mức thế năng xác định được gọi là các lớp electron.

cách trung bình đặc trưng và mức năng lượng đặc trưng. Trên sơ đồ, các lớp có thể được biểu diễn bằng các vòng tròn đồng tâm (**Hình 2.8b**). Lớp thứ nhất gần hạt nhân nhất và các electron ở lớp này có thế năng nhỏ nhất. Các electron ở lớp thứ hai có nhiều năng lượng hơn và các electron ở lớp thứ ba có năng lượng lớn hơn nữa. Electron có thể thay đổi lớp chỉ bằng cách hấp thụ hoặc mất đi lượng năng lượng bằng với mức sai khác thế năng giữa vị trí của nó ở lớp cũ và vị trí ở lớp mới. Khi electron hấp thụ năng lượng, nó nhảy sang lớp xa hạt nhân hơn. Ví dụ, năng lượng ánh sáng có thể kích thích electron chuyển sang mức năng lượng cao hơn. (Thực tế, đây chính là bước thứ nhất xảy ra khi cây xanh khai thác năng lượng ánh sáng mặt trời để quang hợp - quá trình sản xuất thức ăn từ carbon dioxide và nước). Khi electron mất năng lượng, nó “quay trở lại” lớp gần hạt nhân hơn, và năng lượng mất đi thường được giải phóng vào môi trường dưới dạng nhiệt. Ví dụ, ánh sáng mặt trời kích thích các electron trên bề mặt xe ô tô lên mức năng lượng cao hơn. Khi các electron quay lại mức năng lượng cũ, bề mặt xe toả nhiệt. Năng lượng nhiệt có thể được truyền vào không khí, đến tay bạn nếu bạn sờ vào xe.

Sự phân bố electron và các tính chất hoá học

Tính chất hoá học của nguyên tử được xác định bởi sự phân bố của các electron ở các lớp electron của nguyên tử. Bắt đầu với hydrogen, nguyên tử đơn giản

(a) **Sơ đồ phân bố electron.** Sơ đồ phân bố electron ở đây là của nguyên tử neon; nó có 10 electron. Mỗi vòng tròn đồng tâm là một lớp electron; lớp electron có thể được phân nhỏ thành các quỹ đạo electron.

(b) **Các quỹ đạo electron tách biệt.** Hình ảnh ba chiều là các quỹ đạo electron - thể tích không gian nơi các electron của một nguyên tử có thể được tìm thấy. Mỗi quỹ đạo giữ được tối đa 2 electron. Lớp electron thứ nhất ở bên trái có một quỹ đạo hình cầu (s), được ký hiệu là 1s. Lớp thứ hai ở bên phải có một quỹ đạo lớn hơn (lớp thứ hai được ký hiệu 2s) cộng với ba quỹ đạo hình quả tạ được gọi là quỹ đạo p (ký hiệu 2p cho lớp thứ hai). Ba quỹ đạo 2p nằm vuông góc với nhau theo các trục tương đương x-, y- và z- của nguyên tử. Mỗi quỹ đạo 2p thể hiện ở đây bằng các màu khác nhau.

(c) **Lồng ghép các quỹ đạo.** Để có hình ảnh hoàn chỉnh về các quỹ đạo electron của neon, chúng ta lồng quỹ đạo 1s của lớp thứ nhất, quỹ đạo 2s và 2p của lớp thứ hai với nhau.

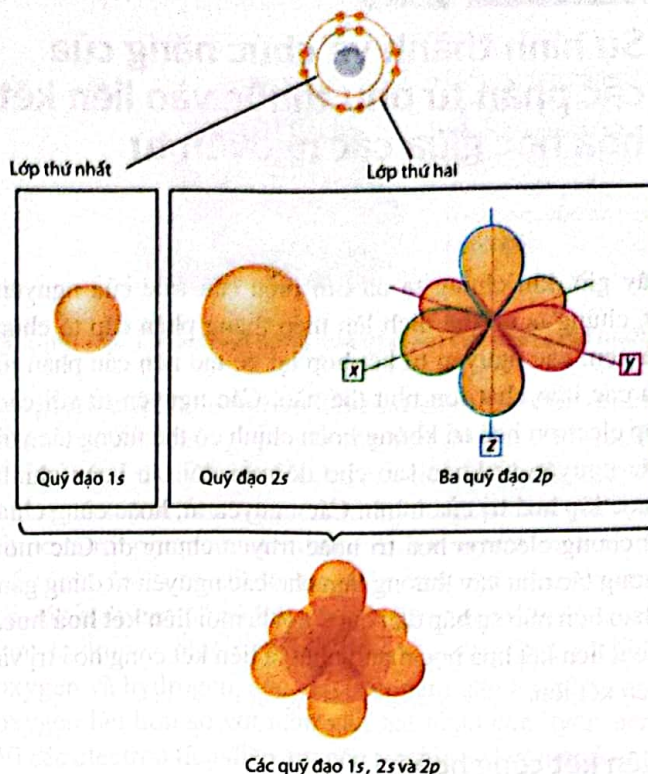
▲ Hình 2.10. Các quỹ đạo của electron.

electron như trên Hình 2.9 còn khá thuận tiện. Tuy nhiên, bạn cần phải nhớ rằng, mỗi vòng tròn đồng tâm chỉ thể hiện khoảng cách *trung bình* giữa electron trên lớp đó và hạt nhân. Theo đó, sơ đồ các đường tròn đồng tâm không cho chúng ta bức tranh thật về nguyên tử. Trong thực tế, chúng ta không bao giờ có thể biết vị trí chính xác của electron. Thay vào đó, điều chúng ta có thể làm là mô tả khoảng không gian trong đó electron ở lại lâu nhất. Khoảng không gian ba chiều, nơi khoảng 90% thời gian ta tìm thấy electron được gọi là **quỹ đạo**.

Lớp electron ở một mức năng lượng cụ thể chứa các electron được phân bố theo số lượng các quỹ đạo đặc trưng, có hình dạng và định hướng khác nhau. **Hình 2.10** cho thấy các quỹ đạo của neon là một ví dụ. Bạn có thể cho quỹ đạo là một thành phần của lớp electron. Lớp electron thứ nhất chỉ có một quỹ đạo hình cầu (gọi là 1s), nhưng lớp thứ hai có bốn quỹ đạo: một quỹ đạo hình cầu lớn (gọi là 2s) và ba quỹ đạo hình quả tạ p (gọi là quỹ đạo 2p). (Lớp thứ ba và các lớp electron cao hơn cũng có các quỹ đạo s và p cũng như có thêm các quỹ đạo khác, hình dạng phức tạp hơn).

Không thể có hơn hai electron cùng chiếm giữ một quỹ đạo. Vì thế, lớp electron thứ nhất đủ chỗ cho 2 electron trên quỹ đạo của nó. Electron đơn độc của nguyên tử hydrogen chiếm quỹ đạo 1s, giống như 2 electron của nguyên tử helium. Bốn quỹ đạo của lớp electron thứ hai có thể giữ được 8 electron. Các electron ở mỗi quỹ đạo trong số bốn quỹ đạo đó gần như có cùng năng lượng nhưng chúng dịch chuyển trong những thể tích không

Neon với hai lớp electron đầy (10 electron)



gian khác nhau.

Tính hoạt động hoá học của nguyên tử có nguồn gốc từ sự có mặt của các electron không có đôi ở một hoặc nhiều quỹ đạo của lớp electron của chúng. Như bạn sẽ thấy ở phần sau, các nguyên tử tương tác theo cách để hoàn chỉnh lớp hoá trị của chúng. Khi chúng làm điều đó thì các electron *không có đôi* tham gia vào.

KIỂM TRA KHÁI NIỆM

2.2

1. Nguyên tử lithium có 3 proton và 4 neutron. Khối lượng nguyên tử của nó tính bằng dalton là bao nhiêu?
2. Nguyên tử nitrogen có 7 proton và chất đồng vị phổ biến nhất của nitrogen có 7 neutron. Chất đồng vị phóng xạ của nitrogen có 8 neutron. Hãy viết số nguyên tử và số khối lượng của nitrogen phóng xạ dưới dạng biểu tượng hoá học và các chỉ số trên và dưới.
3. Fluorine có bao nhiêu electron? Có bao nhiêu lớp electron? Kể tên các lớp bị chiếm giữ. Cần bao nhiêu electron để làm đầy lớp hoá trị?
4. **ĐIỀU GÌ NẾU?** Trên Hình 2.9, nếu có hai hoặc nhiều hơn các nguyên tố ở cùng một hàng, chúng sẽ có điểm gì chung? Nếu có hai hoặc nhiều hơn các nguyên tố ở cùng cột, chúng sẽ có điểm gì chung?

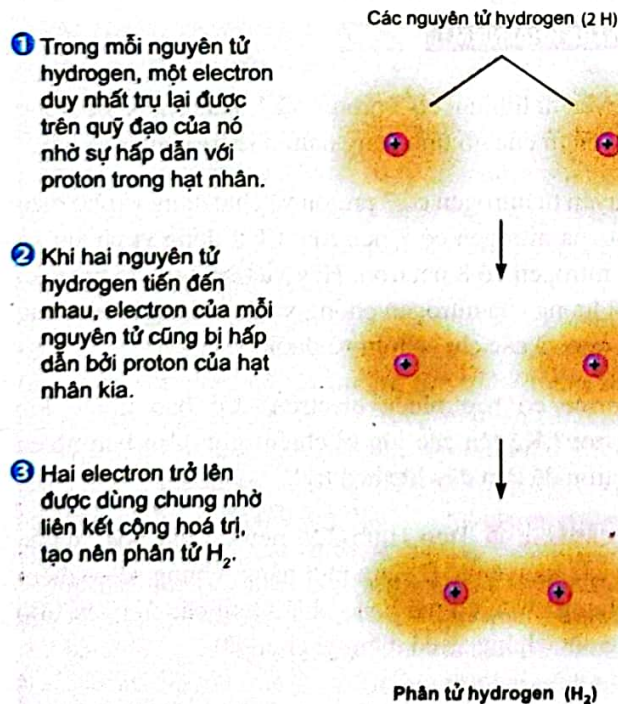
Câu trả lời có trong Phụ lục A.

Sự hình thành và chức năng của các phân tử phụ thuộc vào liên kết hoá học giữa các nguyên tử

Bây giờ, khi chúng ta đã tìm hiểu cấu trúc của nguyên tử, chúng ta có thể dịch lên theo thang phân cấp tổ chức và xem các nguyên tử kết hợp lại để tạo nên các phân tử và các hợp chất ion như thế nào. Các nguyên tử với các lớp electron hoá trị không hoàn chỉnh có thể tương tác với các nguyên tử khác sao cho để mỗi đối tác hoàn chỉnh được lớp hoá trị của mình: Các nguyên tử, hoặc cùng chia sẻ chung electron hoá trị hoặc truyền chúng đi. Các mối tương tác như vậy thường làm cho các nguyên tử đứng gần nhau hơn nhờ sự hấp dẫn được gọi là mối liên kết hoá học. Loại liên kết hoá học mạnh nhất là liên kết cộng hoá trị và liên kết ion.

Liên kết cộng hoá trị

Liên kết cộng hoá trị là hai nguyên tử cùng chia sẻ một cặp electron. Ví dụ, hãy xem điều gì xảy ra khi hai nguyên tử hydrogen tiến tới nhau. Nhớ lại rằng, hydrogen có 1 electron hoá trị ở lớp thứ nhất, tuy nhiên khả năng nó mang được 2 electron. Khi hai nguyên tử hydrogen đến đủ gần nhau để các quỹ đạo 1s của chúng phủ lên nhau thì chúng có thể chia sẻ các electron của chúng (Hình 2.11). Lúc này, mỗi nguyên tử hydrogen có 2 electron liên kết với nó, đủ số lượng cho một lớp hoá trị hoàn chỉnh. Hai hoặc nhiều nguyên tử kết hợp lại nhờ các liên kết cộng hoá trị



▲ Hình 2.11 Sự hình thành liên kết cộng hoá trị.

tạo thành phân tử. Trong trường hợp này, đó là phân tử hydrogen.

Sự chia sẻ electron có thể được biểu diễn bằng cách dùng biểu tượng nguyên tố với các dấu chấm tượng trưng cho các electron ngoài cùng. Có lẽ bạn đã từng thấy sơ đồ được gọi là sơ đồ cấu trúc dấu chấm Lewis như vậy trong sách hoá học. Cấu trúc dấu chấm Lewis của phân tử hydrogen, $H:H$, được thể hiện trên Hình 2.12a. Chúng ta cũng có thể biểu diễn cấu trúc của phân tử hydrogen bằng $H-H$, với dấu gạch ngang là một liên kết cộng hoá trị, hay gọi đơn giản là **liên kết đơn** - nghĩa là một cặp electron góp chung. Ký hiệu thể hiện cả các nguyên tử và liên kết đó được gọi là **công thức cấu tạo**. Thậm chí, chúng ta còn có thể viết gọn hơn bằng H_2 - **công thức phân tử** cho thấy phân tử này được cấu tạo từ hai nguyên tử hydrogen.

Oxygen có 6 electron ở lớp electron thứ hai và, do đó nó cần 2 electron nữa để hoàn chỉnh lớp chức năng của nó. Hai nguyên tử oxygen tạo thành phân tử bằng cách cùng chia sẻ *hai cặp* electron hoá trị (Hình 2.12b). Như vậy, các nguyên tử liên kết nhau bằng cái gọi là liên kết hoá trị đôi, hoặc **liên kết đôi**.

Tên gọi và công thức phân tử	Sơ đồ phân bố electron	Cấu trúc dấu chấm Lewis và công thức cấu tạo	Mô hình không gian
(a) Hydrogen (H_2). Hai nguyên tử hydrogen có thể hình thành liên kết đơn.		$H:H$ $H-H$	
(b) Oxygen (O_2). Hai nguyên tử oxygen cùng chia sẻ hai cặp electron để hình thành liên kết đôi.		$\ddot{O}::\ddot{O}$ $O=O$	
(c) Nước (H_2O). Hai nguyên tử hydrogen và một nguyên tử oxygen kết hợp lại bằng liên kết cộng hoá trị tạo ra một phân tử nước.		$\begin{array}{c} :\ddot{O}: H \\ \\ H \end{array}$ $\begin{array}{c} O-H \\ \\ H \end{array}$	
(d) Methane (CH_4). Bốn nguyên tử hydrogen có thể đáp ứng hoá trị cho một nguyên tử carbon, tạo thành methane.		$\begin{array}{c} H \\ \\ H:C:H \\ \\ H \\ \\ H-C-H \\ \\ H \end{array}$	

▲ Hình 2.12 Liên kết hoá trị ở bốn loại phân tử. Liên kết hoá trị đơn bao gồm một cặp electron góp chung. Nói chung, số electron cần để hoàn chỉnh lớp hoá trị của nguyên tử xác định nguyên tử sẽ hình thành bao nhiêu liên kết. Có bốn cách thể hiện các liên kết; mô hình không gian gần với hình dạng thực của phân tử nhất (xem thêm Hình 2.17).

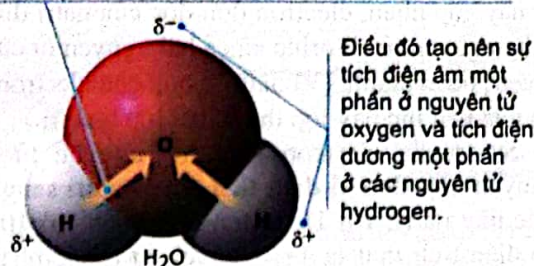
Mỗi nguyên tử có thể chia sẻ được các electron hoá trị, có khả năng tạo số liên kết tương ứng với số liên kết hoá trị mà nguyên tử đó có thể hình thành. Khi liên kết hình thành, chúng bù thêm electron vào lớp hoá trị cho đầy đủ. Ví dụ, khả năng hình thành liên kết của oxygen là 2. Khả năng hình thành liên kết đó được gọi là **hoá trị** của nguyên tử và nó thường bằng với số electron cần được ghép đôi để hoàn chỉnh lớp ngoài cùng (lớp hoá trị). Hãy xem bạn có thể xác định được hoá trị của hydrogen, oxygen, nitrogen và carbon bằng cách xem xét sơ đồ phân bố electron trên Hình 2.9 không. Bạn có thể thấy rằng, hoá trị của hydrogen là 1; của oxygen là 2; của nitrogen là 3 và của carbon là 4. Tuy nhiên, có những trường hợp phức tạp hơn, như phosphorus (P) - một nguyên tố quan trọng khác đối với sự sống. Phosphorus có thể có hoá trị 3 như chúng ta thấy có 3 electron không được ghép đôi ở lớp hoá trị của nó. Tuy nhiên, trong các phân tử có ý nghĩa sinh học quan trọng, phosphorus có thể tạo ba liên kết đơn và một liên kết đôi. Vì vậy, nó cũng có thể có hoá trị 5.

Các phân tử H_2 và O_2 là các nguyên tố tinh khiết so với các hợp chất, vì hợp chất là sự kết hợp của hai hoặc nhiều nguyên tố khác nhau. Nước có công thức hoá học H_2O là một hợp chất. Cần hai nguyên tử hydrogen để đáp ứng hoá trị cho một nguyên tử oxygen. **Hình 2.12c** cho thấy cấu trúc của phân tử nước. Nước rất quan trọng đối với sự sống nên Chương 3 được giành riêng để trình bày cấu trúc và hoạt động của nó.

Một phân tử hợp chất khác là methane - thành phần chủ yếu của khí tự nhiên, có công thức phân tử CH_4 (**Hình 2.12d**). Mỗi phân tử gồm 4 nguyên tử hydrogen hoá trị 1 và 1 nguyên tử carbon hoá trị 4. Chúng ta sẽ tìm hiểu nhiều hợp chất khác của carbon ở Chương 4.

Khả năng hút electron của một loại nguyên tử nhất định trong liên kết hoá trị được gọi là **độ âm điện** của nó. Một nguyên tử có độ âm điện càng lớn, nó càng kéo mạnh các electron góp chung về phía nó. Trong các liên kết cộng hoá trị giữa hai nguyên tử của cùng một nguyên tố, lực kéo electron góp chung về hai phía cân bằng nhau; hai nguyên tử cân bằng về độ âm điện. Kiểu liên kết, trong đó các electron góp chung được sử dụng cân bằng, được gọi là **liên kết cộng hoá trị không phân cực**. Ví dụ, liên kết cộng hoá trị của H_2 là không phân cực, giống như liên kết đôi của O_2 . Tuy nhiên, ở các hợp chất khác, khi một nguyên tử liên kết với một nguyên tử khác có độ âm điện lớn hơn thì các electron của liên kết không được chia sẻ đều. Kiểu liên kết đó được gọi là **liên kết hoá**

Vì oxygen (O) có độ âm điện cao hơn hydrogen (H) nên các electron góp chung bị kéo về phía oxygen mạnh hơn.

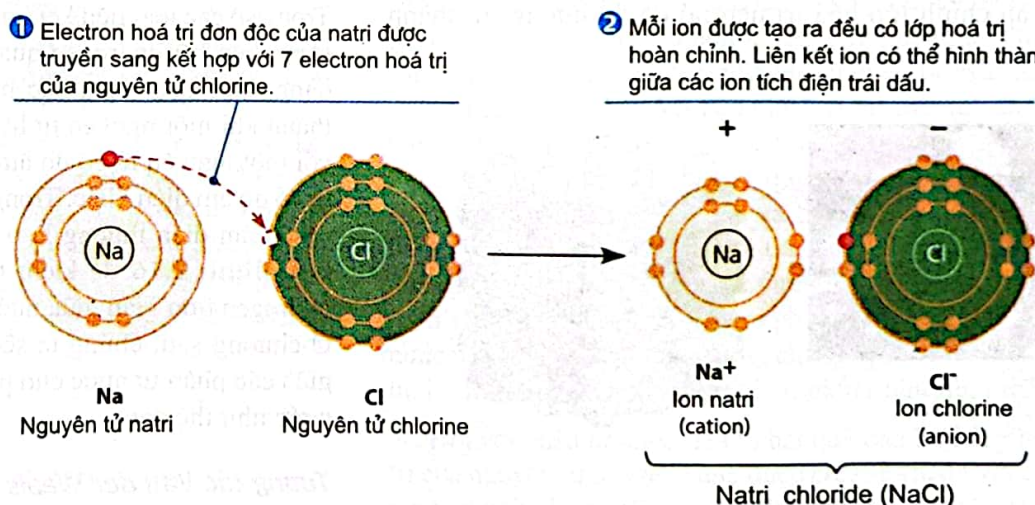


▲ **Hình 2.13** Các liên kết cộng hoá trị phân cực ở phân tử nước.

trị phân cực. Những liên kết như vậy thay đổi về tính phân cực của chúng, phụ thuộc vào độ âm điện tương đối của hai nguyên tử. Ví dụ, các liên kết giữa nguyên tử oxygen với hai nguyên tử hydrogen của phân tử nước là rất phân cực (**Hình 2.13**). Oxygen là một trong số các nguyên tố có độ âm điện cao nhất trong số tất cả các nguyên tố; nó hút các electron góp chung mạnh hơn hydrogen nhiều. Trong liên kết cộng hoá trị giữa oxygen và hydrogen, các electron nằm gần hạt nhân của oxygen lâu hơn so với nằm gần hạt nhân của hydrogen. Vì các electron tích điện âm nên sự chia sẻ không đều các electron ở phân tử nước làm cho nguyên tử oxygen tích điện âm một phần (được biểu diễn bằng chữ cái Hy Lạp δ với dấu trừ, δ^- , hay “delta trừ”), và mỗi nguyên tử hydrogen được tích điện dương một phần (δ^+ , hay “delta cộng”). Ngược lại, mỗi liên kết của methane (CH_4) ít phân cực hơn nhiều vì carbon và hydrogen rất ít khác nhau về mức điện tích âm so với oxygen và hydrogen.

Liên kết ion

Trong một số trường hợp, hai nguyên tử rất không cân bằng về độ hút các electron hoá trị tới mức nguyên tử có độ âm điện cao hoàn toàn giành lấy electron khỏi đối tác của nó. Đó là điều xảy ra khi nguyên tử natri ($_{11}Na$) phản ứng với chlorine ($_{17}Cl$) (**Hình 2.14**). Nguyên tử natri có tổng số 11 electron với duy nhất một electron



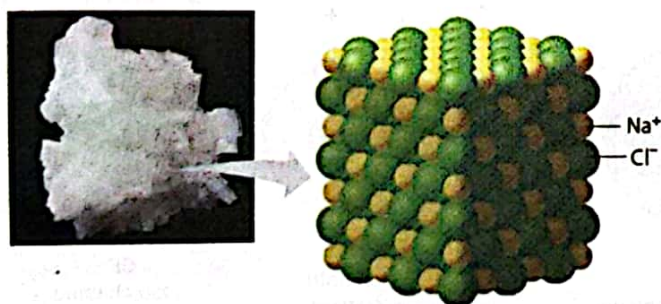
▲ **Hình 2.14** Sự truyền electron và hình thành liên kết ion. Lực hút giữa các nguyên tử trái dấu, hoặc ion, chính là liên kết ion. Liên kết ion có thể hình thành giữa hai ion tích điện trái dấu, thậm chí cả khi chúng được hình thành không phải do sự chuyển electron từ phân tử này sang phân tử khác.

hoá trị ở lớp electron thứ ba. Nguyên tử chlorine có tổng số 17 electron với 7 electron ở lớp hoá trị. Khi hai nguyên tử này gặp nhau, electron đơn độc của natri được truyền sang nguyên tử chlorine và cả hai nguyên tử cùng có lớp hoá trị hoàn chỉnh. (Vì natri không còn electron ở lớp thứ ba nữa nên lúc này lớp thứ hai là lớp hoá trị.)

Sự truyền electron giữa hai nguyên tử làm dịch chuyển một đơn vị điện tích âm từ natri sang chlorine. Lúc này natri, với 11 proton nhưng chỉ có 10 electron, có điện tích thật là $1+$. Nguyên tử (hoặc phân tử) tích điện được gọi là ion. Khi tích điện dương, ion có tên gọi riêng là **cation**; nguyên tử natri trở thành cation. Ngược lại, nguyên tử chlorine lúc này, thu thêm một electron thừa, có 17 proton và 18 electron, có điện tích thật là $1-$. Nó trở thành ion chlorine - **anion**, hay ion tích điện âm. Do sự tích điện trái dấu của chúng, các cation và các anion hấp dẫn nhau; sự hấp dẫn đó được gọi là **liên kết ion**. Sự truyền electron không phải là sự hình thành liên kết mà nó cho phép liên kết được hình thành vì tạo ra hai loại ion. Bất kỳ hai ion tích điện trái dấu nào cũng có thể hình thành liên kết ion. Các ion được tích điện không phải nhờ sự truyền electron cho nhau.

Các hợp chất được hình thành bằng liên kết ion được gọi là các **hợp chất ion**, hay **muối**. Chúng ta đã biết hợp chất ion natri chloride (NaCl) là muối ăn (**Hình 2.15**). Các muối thường được tìm thấy trong tự nhiên dưới dạng tinh thể có hình dạng và kích thước khác nhau. Mỗi tinh thể muối là sự tích tụ một lượng lớn cation và anion liên kết lại bởi sự hấp dẫn điện của chúng và được sắp xếp chồng lớp theo không gian ba chiều. Không giống như các hợp chất do liên kết cộng hoá trị thường có kích thước và số lượng nguyên tử xác định, hợp chất ion không được cấu tạo từ những phân tử theo nghĩa như vậy. Công thức biểu diễn hợp chất ion, như NaCl , chỉ cho thấy tỷ lệ các nguyên tố trong tinh thể của muối. " NaCl " tự nó không phải là phân tử.

Không phải tất cả các muối đều có số lượng cation và anion bằng nhau. Ví dụ, hợp chất ion magnesium chloride (MgCl_2) có hai ion chlorine cho một ion magnesium. Magnesium ($_{12}\text{Mg}$) phải mất 2 electron ngoài cùng để hoàn chỉnh lớp hoá trị nên nó có xu hướng trở thành



▲ **Hình 2.15 Tinh thể natri chloride.** Các ion natri (Na^+) và các ion chlorine (Cl^-) liên kết lại nhờ liên kết ion. Công thức NaCl cho ta thấy tỷ lệ Na^+ so với Cl^- là 1:1.

cation với điện tích thật là $2+$ (Mg^{2+}). Vì vậy, một cation magnesium có thể tạo các liên kết ion với hai anion chlorine.

Thuật ngữ **ion** cũng áp dụng cho toàn bộ phân tử tích điện. Ví dụ, trong muối ammonium chloride (NH_4Cl), anion là ion chlorine (Cl^-) duy nhất nhưng cation lại là amonia (NH_4^+) gồm nguyên tử nitrogen liên kết cộng hoá trị với bốn nguyên tử hydrogen. Toàn bộ ion amonium có điện tích $1+$ vì nó kém đi 1 electron.

Môi trường tác động đến độ bền của các liên kết ion. Ở tinh thể muối khô, các liên kết khoẻ tới mức cần búa và đục để phá cục tinh thể làm đôi. Tuy nhiên, nếu cục tinh thể đó hoà vào nước thì các liên kết ion yếu đi nhiều vì mỗi ion bị chia sẻ một phần bởi các mối tương tác của nó với các phân tử nước. Phần lớn thuốc bệnh được sản xuất dưới dạng muối vì chúng rất bền vững khi khô nhưng có thể dễ dàng tách ra trong nước. Ở chương sau, chúng ta sẽ biết nước hoà tan muối như thế nào.

Các liên kết hoá học yếu

Trong cơ thể, hầu hết các liên kết hoá học mạnh nhất là các liên kết cộng hoá trị, chúng kết nối các nguyên tử để tạo nên các phân tử của tế bào. Nhưng sự liên kết yếu hơn bên trong và giữa các phân tử cũng không thể thiếu được trong tế bào, nó đóng góp to lớn cho sự hình thành những đặc tính nổi trội của sự sống. Hầu hết các phân tử sinh học lớn giữ được dạng hoạt động chức năng nhờ các liên kết yếu. Ngoài ra, khi hai phân tử trong tế bào tiếp xúc, chúng gắn bó tạm thời nhờ các liên kết yếu. Tính thuận nghịch của sự liên kết yếu có thể là một ưu thế: Hai phân tử có thể đến với nhau, đáp lại nhau theo cách nào đó và sau đó tách ra.

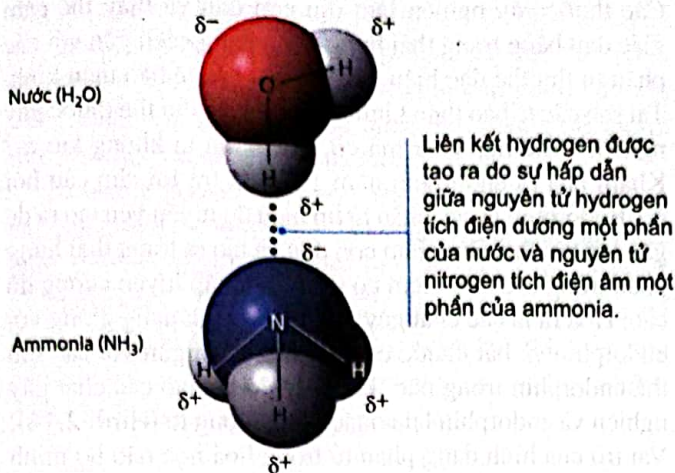
Những kiểu liên kết hoá học yếu nhất định có ý nghĩa quan trọng trong cơ thể. Một kiểu chính là liên kết ion khi nó tồn tại giữa các ion hoà tan trong nước mà chúng ta vừa thảo luận. Loại liên kết yếu khác, được gọi là liên kết hydrogen, cũng có ý nghĩa quyết định đối với sự sống.

Liên kết hydrogen

Trong số các loại liên kết hoá học yếu, đối với hoá học sự sống, liên kết hydrogen quan trọng tới mức chúng xứng đáng được quan tâm đặc biệt. Liên kết hydrogen hình thành khi một nguyên tử hydrogen liên kết cộng hoá trị với một nguyên tử có độ âm điện, bị hút tới một nguyên tử có độ âm điện khác. Trong các tế bào sống, các đối tác có độ âm điện thường là oxygen hoặc nitrogen. Tham khảo **Hình 2.16** để kiểm tra một trường hợp liên kết hydrogen đơn giản giữa nước (H_2O) và ammonia (NH_3). Ở chương sau, chúng ta sẽ thấy các liên kết hydrogen giữa các phân tử nước cho phép một số côn trùng đi trên nước như thế nào.

Tương tác Van der Waals

Thậm chí một phân tử với các liên kết cộng hoá trị không phân cực cũng có thể có những vùng tích điện âm và những vùng tích điện dương. Các electron không



▲ Hình 2.16 Liên kết hydrogen.

VỀ HÌNH Dùng công thức cấu tạo để vẽ năm phân tử nước và chỉ ra sự tích điện một phần; hãy cho thấy chúng có thể tạo liên kết hydrogen với nhau như thế nào.



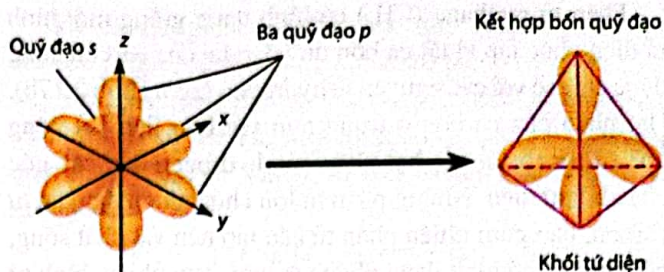
phải luôn phân bố đối xứng trong các phân tử như vậy; ở bất kỳ thời điểm nào chúng cũng có thể ngẫu nhiên tích tụ tại phần này hoặc phần kia của phân tử. Kết quả là luôn có sự biến đổi sự tích điện âm hoặc dương của các vùng làm cho các nguyên tử và phân tử hấp dẫn nhau. Các tương tác van der Waals đó yếu và chỉ xảy ra khi các phân tử và nguyên tử rất gần nhau. Cho dù chúng yếu như vậy nhưng gần đây người ta thấy rằng chính các tương tác van der Waals làm cho con thạch sùng (hình bên trái) có khả năng leo ngược lên tường. Mỗi ngón chân con thạch sùng có hàng trăm nghìn những chiếc lông nhỏ với rất nhiều mấu lồi ở đỉnh các lông làm tăng diện tích bề mặt của nó. Rõ ràng, các tương tác van der Waals giữa các phân tử ở đỉnh các lông và các phân tử bề mặt tường nhiều tới mức, cho dù các tương tác đó rất yếu, nhưng khi hợp

lại chúng có thể nâng đỡ được trọng lượng cơ thể của con thạch sùng.

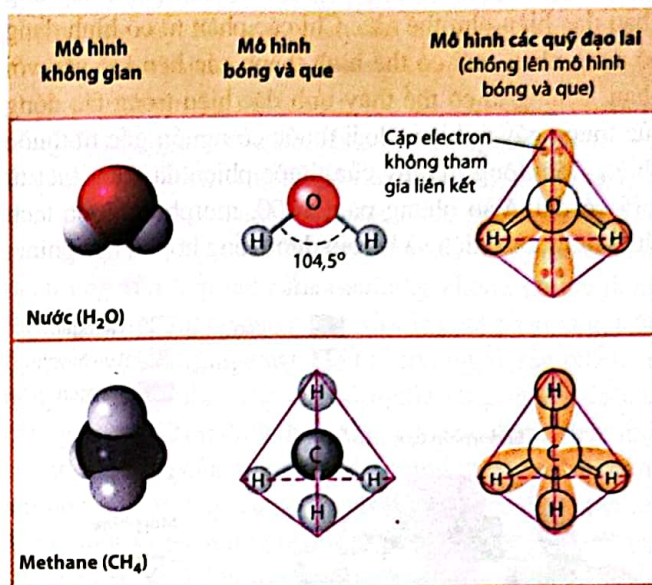
Các tương tác van der Waals, các liên kết hydrogen, các liên kết ion trong nước và các liên kết yếu khác có thể hình thành không chỉ giữa các phân tử mà còn giữa các vùng khác nhau của một phân tử lớn như protein. Cho dù từng liên kết đó yếu nhưng hiệu ứng cộng gộp của chúng có thể duy trì hình dạng ba chiều của một phân tử lớn. Bạn sẽ được học nhiều hơn về những vai trò sinh học rất quan trọng của các liên kết yếu ở Chương 5.

Hình dạng phân tử và chức năng

Phân tử có kích thước và hình dạng đặc trưng. Hình dạng chính xác của phân tử thường rất quan trọng đối với chức năng của nó trong tế bào sống.



(a) **Kết hợp các quỹ đạo.** Một quỹ đạo s và ba quỹ đạo p của lớp hoá trị phối hợp tham gia vào sự hình thành liên kết hoá trị tạo nên khối tứ diện kết hợp các quỹ đạo. Các quỹ đạo đó mở rộng tới bốn góc của khối tứ diện tưởng tượng (nét ngoài màu đỏ).



(b) **Các mô hình hình dạng phân tử.** Ba mô hình cho thấy hình dạng phân tử của nước và methane. Vị trí của các quỹ đạo lai xác định hình dạng của các phân tử.

▲ Hình 2.17. Hình dạng phân tử do các quỹ đạo lai xác định.

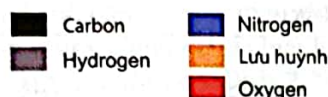
Một phân tử được cấu tạo từ hai nguyên tử như H_2 và O_2 luôn thẳng, nhưng các phân tử với hơn hai nguyên tử có hình dạng phức tạp hơn nhiều. Hình dạng đó được xác định bởi vị trí của các quỹ đạo nguyên tử. Khi một nguyên tử tạo các liên kết cộng hoá trị thì các quỹ đạo ở lớp hoá trị của nó được sắp xếp lại. Đối với những nguyên tử có các electron hoá trị ở cả quỹ đạo s và p (xem lại Hình 2.10) thì một quỹ đạo s và ba quỹ đạo p kết hợp lại tạo ra bốn quỹ đạo lai mới có hình dạng giống như những giọt nước mắt tỏa ra từ vùng hạt nhân nguyên tử (Hình 2.17a). Nếu chúng ta nối phần đầu to của các giọt nước mắt bằng các đường thẳng, chúng ta sẽ vẽ được một hình hình học gọi là hình tứ diện, giống như hình tháp.

Đối với phân tử nước (H_2O), hai quỹ đạo lai ở lớp hoá trị của nguyên tử oxygen cùng được chia sẻ chung với các nguyên tử hydrogen (Hình 2.17b). Kết quả là phân tử có hình dạng đúng như hình chữ V với hai liên kết hoá trị tách ra với góc $104,5^\circ$.

Phân tử methane (CH_4) có hình dạng giống một hình tứ diện phức tạp vì tất cả bốn quỹ đạo lai của carbon cùng được chia sẻ với các nguyên tử hydrogen (xem Hình 2.17b). Hạt nhân của carbon ở trung tâm với bốn liên kết cộng hoá trị toả ra tới các hạt nhân của hydrogen đến các góc của khối tứ diện. Những phân tử lớn chứa nhiều nguyên tử carbon, bao gồm nhiều phân tử cấu tạo nên vật chất sống, nói chung, có hình dạng phức tạp hơn. Tuy nhiên, hình tứ diện của nguyên tử carbon liên kết với bốn nguyên tử khác thường là motif được lặp đi lặp lại bên trong các phân tử như vậy.

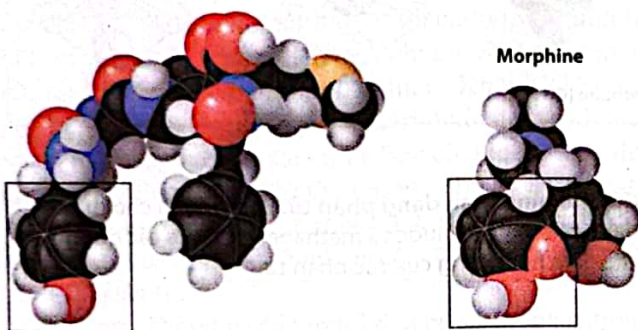
Hình dạng phân tử rất quan trọng trong sinh học, vì nó xác định các phân tử sinh học nhận biết và đáp ứng nhau đặc hiệu như thế nào. Chỉ các phân tử có hình dạng bổ sung nhau mới có thể hình thành các liên kết yếu với nhau. Chúng ta có thể thấy tính đặc hiệu trong tác động của thuốc gây nghiện - loại thuốc có nguồn gốc từ thuốc phiện. Tác động ma túy của thuốc phiện đã được biết từ thời cổ đại. Vào những năm 1800, morphine được tách chiết từ thuốc phiện và heroin được tổng hợp từ morphine.

Khoá màu

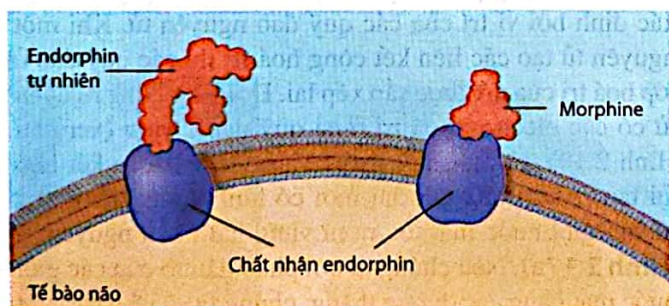


Endorphin tự nhiên

Morphine



(a) **Cấu trúc của endorphin và morphine.** Phần nằm trong hộp của phân tử endorphin (trái) liên kết với phân tử chất nhận trên các tế bào đích trong não. Phần trong hộp của phân tử morphine (phải) có cấu trúc rất giống như vậy.



(b) **Gắn kết với chất nhận endorphin.** Cả endorphin và morphine đều có thể gắn với thụ thể endorphin trên bề mặt tế bào não.

▲ **Hình 2.18 Sự bắt chước phân tử.** Morphine tác động đến nhận thức cảm giác đau và trạng thái cảm xúc bằng cách bắt chước endorphin tự nhiên của não.

Các thuốc gây nghiện làm dịu cơn đau và thay thế cảm giác đau bằng trạng thái hưng phấn bằng cách gắn với các phân tử thụ thể đặc hiệu trên bề mặt các tế bào thần kinh. Tại sao các tế bào thần kinh lại mang các thụ thể thuốc gây nghiện - các hợp chất mà cơ thể chúng ta không tạo ra? Khám phá ra endorphin năm 1975 đã trả lời cho câu hỏi đó. Endorphin là các phân tử tín hiệu do tuyến yên tạo ra để gắn với thụ thể, làm giảm cơn đau và tạo ra trạng thái hưng phấn trong các thời điểm có stress như tập luyện cường độ cao. Hoá ra là các chất gây nghiện có hình dạng giống với endorphin và bắt chước chúng bằng cách gắn với các thụ thể endorphin trong não. Đó là lý do tại sao các chất gây nghiện và endorphin lại có tác động tương tự (**Hình 2.18**). Vai trò của hình dạng phân tử trong hoá học não bộ minh hoạ cho mối quan hệ giữa cấu trúc và chức năng.

KIỂM TRA KHÁI NIỆM 2.3

1. Tại sao cấu trúc dưới đây không có ý nghĩa về mặt hoá học?



2. Cái gì giữ cho các nguyên tử trong tinh thể magnesium chloride (MgCl_2) kết hợp với nhau?

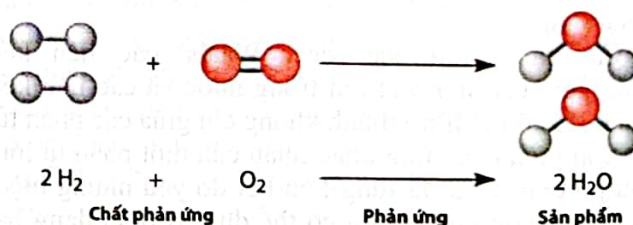
3. **ĐIỀU GÌ NẾU?** Nếu bạn là nhà nghiên cứu dược học, tại sao bạn lại muốn nghiên cứu hình dạng ba chiều của các phân tử tín hiệu có trong tự nhiên?

Câu trả lời có trong Phụ lục A.

KHÁI NIỆM 2.4

Các phản ứng hoá học tạo ra và phá vỡ các liên kết hoá học

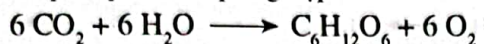
Việc tạo ra và phá vỡ các liên kết hoá học, dẫn đến thay đổi thành phần vật chất được gọi là các **phản ứng hoá học**. Một ví dụ là phản ứng giữa hydrogen và oxygen tạo thành nước:



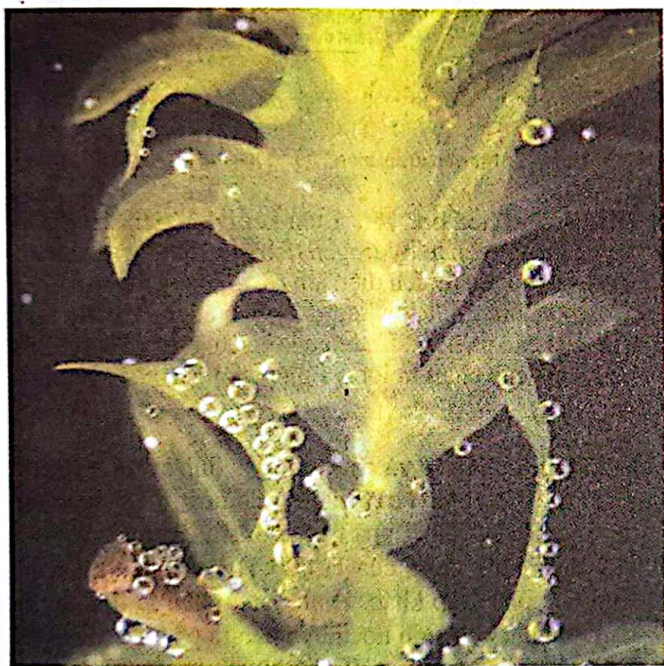
Phản ứng này phá vỡ các liên kết cộng hoá trị của H_2 và O_2 và tạo nên các liên kết mới của H_2O . Khi chúng ta viết phản ứng hoá học, chúng ta dùng mũi tên để chỉ sự chuyển hoá các vật chất khởi đầu, được gọi là các **chất phản ứng**, đến các **sản phẩm**. Các hệ số chỉ số phân tử tham gia vào phản ứng; ví dụ, hệ số 2 đứng trước H_2 có nghĩa là phản

ứng bắt đầu với hai phân tử hydrogen. Chú ý rằng, tất cả các nguyên tử của chất phản ứng đều phải được tính đến để giải thích cho sản phẩm. Vật chất vẫn được bảo tồn trong phản ứng hoá học: Các phản ứng không thể tạo ra hay phá hủy vật chất mà chỉ cấu trúc lại nó.

Sự quang hợp xảy ra trong các tế bào của các mô của cây xanh là một ví dụ đặc biệt quan trọng cho thấy các phản ứng cấu trúc lại vật chất như thế nào. Con người và các động vật khác, cuối cùng, đều phụ thuộc vào sự quang hợp tạo ra thức ăn và oxygen, và quá trình này là nền tảng của hầu hết các hệ sinh thái. Phương trình hoá học vẫn tất dưới đây khái quát quá trình quang hợp:



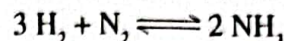
Nguyên liệu thô của quá trình quang hợp là carbon dioxide (CO_2) được lấy từ không khí, và nước (H_2O) được hấp thụ từ đất. Bên trong các tế bào thực vật, ánh sáng chuyển hoá các chất đó thành đường gọi là glucose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) và các phân tử oxygen (O_2) - sản phẩm kèm mà cây xanh giải phóng vào môi trường xung quanh (**Hình 2.19**). Mặc dù quá trình quang hợp thực sự là một chuỗi các phản ứng hoá học nhưng chúng ta vẫn kết thúc nó với cùng số lượng và loại các nguyên tử mà chúng ta có lúc khởi đầu. Vật chất chỉ đơn giản là được sắp xếp lại nhờ năng lượng do ánh sáng mặt trời cung cấp.



▲ **Hình 2.19 Sự quang hợp:** sự tái cấu trúc vật chất nhờ sức mạnh của mặt trời. *Elodea*, một loại thực vật nước ngọt, tạo ra đường bằng cách sắp xếp lại các nguyên tử của carbon dioxide và nước trong quá trình hoá học được gọi là quang hợp nhờ ánh sáng mặt trời. Khí oxygen (O_2) là sản phẩm kèm của quá trình quang hợp; chú ý đến các bong bóng khí oxygen thoát ra từ lá trên ảnh.

? Hãy giải thích bức ảnh này liên quan như thế nào đến các chất phản ứng và các sản phẩm trong phương trình quang hợp trên đây. (Bạn sẽ được học kỹ hơn về quang hợp ở Chương 10).

Tất cả các phản ứng hoá học đều thuận nghịch với các sản phẩm của phản ứng thuận trở thành các chất phản ứng của phản ứng nghịch. Ví dụ, các phân tử hydrogen và nitrogen có thể kết hợp để tạo nên ammonia, nhưng ammonia cũng có thể phân huỷ sinh ra hydrogen và nitrogen:



Mũi tên hai chiều cho thấy phản ứng là thuận nghịch.

Một trong những nhân tố tác động đến tốc độ phản ứng là nồng độ các chất phản ứng. Nồng độ phân tử các chất phản ứng càng cao thì chúng càng va chạm nhau nhiều hơn và có cơ hội phản ứng và tạo nên sản phẩm. Với các sản phẩm cũng vậy. Khi sản phẩm tích tụ lại, sự va chạm gây ra phản ứng nghịch trở nên thường xuyên hơn. Cuối cùng, phản ứng thuận và nghịch có tốc độ cân bằng nhau và nồng độ tương ứng của sản phẩm và chất phản ứng không thay đổi nữa. Điểm, mà tại đó các phản ứng thuận nghịch thay thế nhau một cách chính xác được gọi là **trạng thái cân bằng hoá học**. Đó là trạng thái cân bằng động; các phản ứng vẫn tiếp tục diễn ra nhưng không có tác động thực sự đến nồng độ sản phẩm và các chất phản ứng. Cân bằng *không* có nghĩa rằng, chất phản ứng và sản phẩm có nồng độ bằng nhau mà chỉ có nghĩa rằng, nồng độ của chúng được giữ ổn định theo một tỷ lệ xác định. Phản ứng có sự tham gia của ammonia đạt trạng thái cân bằng khi ammonia phân huỷ cũng nhanh như chúng được tạo ra. Trong một số phản ứng hoá học, điểm cân bằng nằm quá lệch về bên phải đến mức các phản ứng đó chủ yếu diễn ra theo một hướng; nghĩa là, hầu như chỉ chất phản ứng chuyển hoá thành sản phẩm.

Chúng ta sẽ quay lại chủ đề các phản ứng hoá học sau khi nghiên cứu kỹ hơn về các loại phân tử quan trọng đối với sự sống. Ở chương sau, chúng ta sẽ tập trung vào nước - chất mà mọi quá trình hoá học đều diễn ra trong đó.

KIỂM TRA KHÁI NIỆM 2.4

1. Tham khảo phản ứng giữa hydrogen và oxygen tạo ra nước được thể hiện bằng mô hình bóng và que ở trang 42. Hãy vẽ cấu trúc dấu chấm Lewis để biểu diễn phản ứng đó.
2. Loại phản ứng nào diễn ra nhanh hơn ở trạng thái cân bằng, phản ứng hình thành sản phẩm từ các chất phản ứng, hay phản ứng hình thành các chất phản ứng từ sản phẩm?
3. **ĐIỀU GÌ NẾU?** Viết phương trình dùng các sản phẩm của quá trình quang hợp làm chất phản ứng và các chất phản ứng làm sản phẩm. Bổ sung năng lượng như một sản phẩm khác nữa. Phản ứng mới này mô tả quá trình diễn ra trong các tế bào của bạn. Mô tả bằng từ ngữ phương trình đó. Phương trình đó liên quan đến sự thở như thế nào?

Câu trả lời có trong Phụ lục A.

TÓM TẮT CÁC KHÁI NIỆM CHÍNH

KHÁI NIỆM 2.1

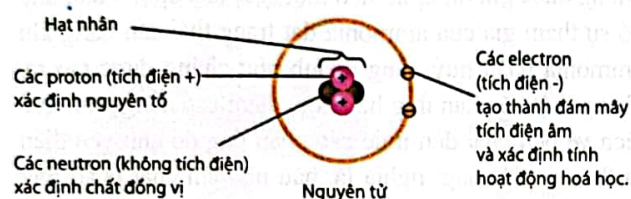
Vật chất được cấu tạo từ các nguyên tố hoá học ở dạng tinh khiết và hợp chất (tr. 31-32)

- ▶ **Nguyên tố và hợp chất** Nguyên tố không bị phân nhỏ về mặt hoá học thành các chất khác. Hợp chất chứa hai hoặc nhiều nguyên tố khác nhau theo tỷ lệ xác định.
- ▶ **Các nguyên tố quan trọng của sự sống** Carbon, oxygen, hydrogen và nitrogen tạo nên khoảng 96% vật chất sống.

KHÁI NIỆM 2.2

Các đặc tính của nguyên tố hoá học phụ thuộc vào cấu trúc nguyên tử của nó (tr. 32-37)

- ▶ **Các hạt dưới nguyên tử** Nguyên tử, đơn vị nhỏ nhất của nguyên tố, có các thành phần sau:



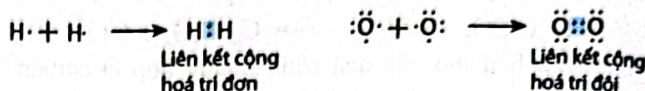
- ▶ **Số nguyên tử và khối lượng nguyên tử** Nguyên tử trung hoà điện có số electron và proton bằng nhau; số proton xác định số thứ tự nguyên tử. Khối lượng nguyên tử được đo bằng dalton và đúng bằng tổng proton cộng với neutron.
- ▶ **Các chất đồng vị** Các chất đồng vị của một nguyên tố khác nhau ở số neutron, và do đó, khác nhau về khối lượng. Các chất đồng vị không bền vững phóng ra các hạt và năng lượng dưới dạng phóng xạ.
- ▶ **Mức năng lượng của electron** Trong nguyên tử, các electron chiếm giữ các lớp năng lượng riêng; các electron ở một lớp có mức năng lượng đặc trưng.
- ▶ **Sự phân bố electron và các tính chất hoá học** Sự phân bố electron trong các lớp xác định hoạt động hoá học của nguyên tử. Nguyên tử có lớp hoá trị không hoàn chỉnh mới có phản ứng hoá học.
- ▶ **Quỹ đạo electron** Các electron tồn tại theo các quỹ đạo; khoảng không gian ba chiều với hình dạng đặc trưng chính là các thành phần của các lớp electron.



KHÁI NIỆM 2.3

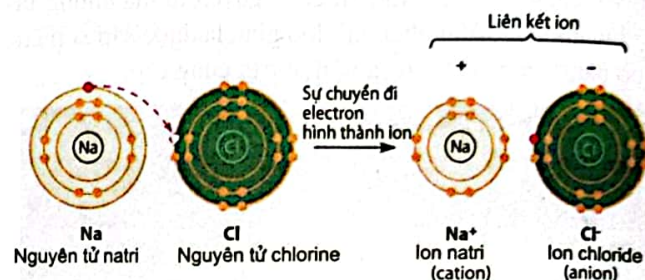
Sự hình thành và chức năng của các phân tử phụ thuộc vào liên kết hoá học giữa các nguyên tử (tr. 38-42)

- ▶ **Liên kết cộng hoá trị** Các liên kết hoá học hình thành khi các nguyên tử tương tác và hoàn chỉnh lớp hoá trị của chúng. Liên kết cộng hoá trị hình thành khi các cặp điện tử được sử dụng chung:



Các phân tử được cấu tạo từ hai hoặc nhiều nguyên tử liên kết cộng hoá trị. Các electron liên kết cộng hoá trị phân cực bị kéo gần tới nguyên tử tích điện âm hơn. Nếu hai nguyên tử giống nhau thì chúng cùng có mức electron âm và liên kết cộng hoá trị không phân cực.

- ▶ **Liên kết ion**



- ▶ **Các liên kết hoá học yếu** Liên kết hydrogen là sự hấp dẫn giữa nguyên tử hydrogen tích điện dương một phần (δ^+) và nguyên tử tích điện âm (δ^-). Tương tác van der Waals xảy ra giữ các vùng tích điện âm và dương tạm thời của các phân tử. Các liên kết yếu giúp duy trì hình dạng của các phân tử lớn và giúp cho các phân tử dính với nhau.
- ▶ **Hình dạng phân tử và chức năng** Hình dạng phân tử được xác định bởi vị trí các quỹ đạo hoá trị của nguyên tử. Các liên kết cộng hoá trị tạo thành các quỹ đạo lai, quy định hình dạng của H_2O , CH_4 và nhiều phân tử sinh học phức tạp khác. Hình dạng phân tử thường là cơ sở để phân tử sinh học này nhận ra phân tử kia.

KHÁI NIỆM 2.4

Các phản ứng hoá học tạo ra và phá vỡ các liên kết hoá học (tr. 42-43)

- ▶ Các phản ứng hoá học biến đổi các chất phản ứng thành các sản phẩm nhưng vẫn bảo tồn vật chất. Theo lý thuyết, mọi phản ứng hoá học đều thuận nghịch. Trạng thái cân bằng hoá học đạt được khi tốc độ phản ứng thuận và nghịch bằng nhau.

TỰ KIỂM TRA

- Trong thuật ngữ *nguyên tố vi lượng*, từ *vi lượng* có nghĩa là
 - nguyên tố cần với số lượng nhỏ.
 - nguyên tố có thể dùng để đánh dấu nhằm theo dõi các nguyên tử qua quá trình trao đổi chất của cơ thể.
 - nguyên tố rất hiếm trên Trái Đất.
 - nguyên tố tăng cường sức khỏe nhưng không quan trọng đối với sự tồn tại lâu dài của sinh vật.
 - nguyên tố nhanh chóng đi qua cơ thể.

- So với ^{31}P , chất đồng vị phóng xạ ^{32}P có
 - số thứ tự nguyên tử khác.
 - nhiều hơn một neutron.
 - nhiều hơn một proton.
 - nhiều hơn một electron.
 - tích điện khác dấu.

- Có thể biểu diễn các nguyên tử đơn giản bằng cách liệt kê số proton, neutron và electron - ví dụ, đối với helium: $2p^+; 2n^0; 2e^-$.

Liệt kê nào dưới đây là cho chất đồng vị của oxygen ^{18}O ?

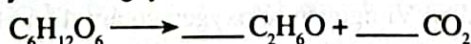
- $6p^+; 8n^0; 6e^-$
- $8p^+; 10n^0; 8e^-$
- $9p^+; 9n^0; 9e^-$
- $7p^+; 2n^0; 9e^-$
- $10p^+; 8n^0; 9e^-$

- Số thứ tự nguyên tử của lưu huỳnh là 16. Lưu huỳnh kết hợp với hydrogen qua liên kết cộng hoá trị để tạo thành hợp chất hydrogen sulfide. Dựa trên số electron hoá trị, hãy phán đoán công thức phân tử của hợp chất đó:
 - HS
 - HS₂
 - H₂S
 - H₃S₂
 - H₄S

- Tính phản ứng của nguyên tử xuất phát từ
 - khoảng cách trung bình của lớp electron ngoài cùng tính từ hạt nhân.
 - sự tồn tại của các electron không ghép đôi ở lớp hoá trị.
 - tổng thể năng của tất cả các lớp electron.
 - thế năng của lớp hoá trị.
 - hiệu năng lượng giữa các quỹ đạo s và p.

- Khẳng định nào về các nguyên tử là anion dưới đây là đúng?
 - Nguyên tử có nhiều electron hơn proton.
 - Nguyên tử có nhiều proton hơn electron.
 - Nguyên tử có ít proton hơn so với nguyên tử trung hoà của nguyên tố đó.
 - Nguyên tử có nhiều neutron hơn proton.
 - Nguyên tử có điện tích thật là 1-.

- Những hệ số nào phải được thêm vào những chỗ trống dưới đây để các nguyên tử đều được tính đủ ở sản phẩm?

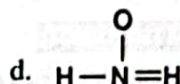
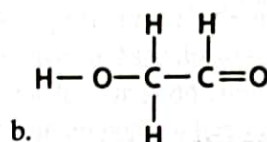
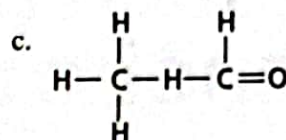
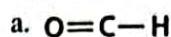


- 1; 2
- 2; 2
- 1; 3
- 1; 1
- 3; 1

- Điều khẳng định nào dưới đây mô tả đúng phản ứng hoá học đạt trạng thái cân bằng?

- Nồng độ các sản phẩm và các chất phản ứng bằng nhau.
- Tốc độ phản ứng thuận và nghịch bằng nhau.
- Cả phản ứng thuận và nghịch tạm dừng lại.
- Lúc này phản ứng không thuận nghịch nữa.
- Không còn lại chất phản ứng.

- HÃY VẼ** Sử dụng số electron hoá trị cho mỗi nguyên tử để vẽ cấu trúc Lewis cho mỗi phân tử giả thiết dưới đây. Dựa vào lớp hoá trị hoàn chỉnh của mỗi nguyên tử và số electron đúng của mỗi liên kết, hãy xác định công thức phân tử nào dưới đây đúng. Giải thích tại sao các phân tử khác không đúng bằng cách xét số liên kết mà mỗi nguyên tử có thể tạo ra.



Câu trả lời có trong Phụ lục A.

LIÊN HỆ VỚI TIẾN HOÁ

- Tỷ lệ các nguyên tố có trong tự nhiên cấu tạo nên cơ thể người (xem Bảng 2.1) tương tự như tỷ lệ các nguyên tố đó ở các sinh vật khác. Bạn có thể giải thích như thế nào cho sự giống nhau đó giữa các sinh vật?

TÌM HIỂU KHOA HỌC

- Tằm cái (*Bombyx mori*) hấp dẫn tằm đực bằng cách tỏa ra tín hiệu hoá học phát tán qua không khí. Tằm đực cách hàng trăm mét vẫn có thể phát hiện được các phân tử đó và bay đến nguồn phát ra chúng. Cơ quan cảm thụ chịu trách nhiệm thực hiện tập tính đó là anten nhìn thấy trên bức ảnh. Mỗi sợi trên anten được trang bị hàng nghìn tế bào thụ quan để phát hiện chất hấp dẫn sinh dục. Dựa trên những gì bạn học được ở chương này, hãy đưa ra giả thuyết để giải thích cho khả năng phát hiện những phân tử đặc biệt trong số rất nhiều phân tử khác trong không khí của tằm đực. Giả thuyết của bạn có cho phép tiên đoán điều gì? Hãy thiết kế thí nghiệm để kiểm tra một trong những điều tiên đoán đó.



KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ VÀ XÃ HỘI

- Một lần, khi dạo ở sân bay, Neil Campbell nghe được lời tuyên bố này: "Thật hoang tưởng và ngu dốt để lo lắng về nền công nghiệp hay nông nghiệp gây ô nhiễm môi trường bằng các chất thải hoá học. Cuối cùng thì những chất đó cũng được cấu tạo từ chính các nguyên tử đã có trong môi trường của chúng ta". Bạn phản bác lại luận cứ đó như thế nào?