

# ĐỒNG VỊ. NGUYÊN TỬ KHỐI VÀ NGUYÊN TỬ KHỐI TRUNG BÌNH

- Thế nào là đồng vị, nguyên tử khối, nguyên tử khối trung bình ?
- Cách xác định nguyên tử khối trung bình.

## I - ĐỒNG VỊ

Các nguyên tử của cùng một nguyên tố hoá học có thể có số khối khác nhau. Sở dĩ như vậy vì hạt nhân của các nguyên tử đó có cùng số proton nhưng có thể khác số neutron.

*Các đồng vị của cùng một nguyên tố hoá học là những nguyên tử có cùng số proton nhưng khác nhau về số neutron, do đó số khối A của chúng khác nhau.*

Các đồng vị được xếp vào cùng một vị trí (ô nguyên tố) trong bảng tuần hoàn.

Thí dụ nguyên tố hiđrô có ba đồng vị :



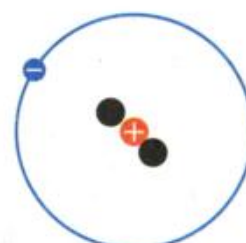
a) Protii ( ${}^1_1\text{H}$ )

Hạt nhân gồm 1 proton (trường hợp duy nhất không có neutron), chiếm 99,984% số nguyên tử hiđrô tự nhiên



b) Đơteri ( ${}^2_1\text{H}$ )

Hạt nhân gồm 1 proton và 1 neutron, chiếm 0,016% số nguyên tử hiđrô tự nhiên



c) Triti ( ${}^3_1\text{H}$ )

Hạt nhân gồm 1 proton và 2 neutron (trường hợp duy nhất có số neutron bằng 2 lần số proton). Đồng vị này chỉ chiếm khoảng  $10^{-7}\%$  số nguyên tử hiđrô tự nhiên

• Hạt electron      • Hạt proton      • Hạt neutron

Hình 1.4. Sơ đồ cấu tạo nguyên tử các đồng vị của nguyên tố hiđrô

Phần lớn các nguyên tố hoá học là hỗn hợp của nhiều đồng vị. Ngoài khoảng 340 đồng vị tồn tại trong tự nhiên, người ta đã tổng hợp được hơn 2400 đồng vị nhân tạo. Các đồng vị của cùng một nguyên tố hoá học có số neutron trong hạt nhân khác nhau, nên có một số tính chất vật lí khác nhau.

*Thí dụ :* Ở trạng thái đơn chất, đồng vị  ${}^{37}_{17}\text{Cl}$  có tỉ khối lớn hơn, nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi cao hơn đồng vị  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ .

Người ta phân biệt các đồng vị bền và không bền. Hầu hết các đồng vị có số hiệu nguyên tử lớn hơn 82 ( $Z > 82$ ) là không bền, chúng còn được gọi là các đồng vị phóng xạ.

Nhiều đồng vị, đặc biệt là các đồng vị phóng xạ, được sử dụng nhiều trong đời sống, y học, nghiên cứu sự phát triển của cây trồng,...

## II - NGUYÊN TỬ KHỐI VÀ NGUYÊN TỬ KHỐI TRUNG BÌNH

### 1. Nguyên tử khối

Nguyên tử khối là khối lượng tương đối của nguyên tử.

*Nguyên tử khối của một nguyên tử cho biết khối lượng của nguyên tử đó nặng gấp bao nhiêu lần đơn vị khối lượng nguyên tử.*

Khối lượng của một nguyên tử bằng tổng khối lượng của proton, nơtron và electron trong nguyên tử đó. Proton và nơtron đều có khối lượng xấp xỉ 1 u. Electron có khối lượng nhỏ hơn rất nhiều (0,00055 u), nên có thể coi nguyên tử khối xấp xỉ số khối của hạt nhân.

### 2. Nguyên tử khối trung bình

Hầu hết các nguyên tố hoá học là hỗn hợp của nhiều đồng vị với tỉ lệ phần trăm số nguyên tử xác định, nên nguyên tử khối của các nguyên tố có nhiều đồng vị là nguyên tử khối trung bình của hỗn hợp các đồng vị có tính đến tỉ lệ phần trăm số nguyên tử của mỗi đồng vị.

Giả sử nguyên tố có hai đồng vị A và B. Gọi  $\bar{A}$  là nguyên tử khối trung bình, A là nguyên tử khối của đồng vị A, a là tỉ lệ phần trăm số nguyên tử của đồng vị A ; B là nguyên tử khối của đồng vị B, b là tỉ lệ phần trăm số nguyên tử của đồng vị B. Ta có :

$$\bar{A} = \frac{aA + bB}{100}$$

Trong những tính toán không cần độ chính xác cao, người ta coi nguyên tử khối bằng số khối.

*Thí dụ :* Nguyên tố clo có 2 đồng vị bền  $^{35}_{17}\text{Cl}$  chiếm 75,77 % và  $^{37}_{17}\text{Cl}$  chiếm 24,23%. Nguyên tử khối trung bình của clo là :

$$\bar{A}_{\text{Cl}} = 35 \cdot \frac{75,77}{100} + 37 \cdot \frac{24,23}{100} \approx 35,5$$





Tia phóng xạ có thể là chùm các hạt mang điện dương như hạt  $\alpha$  (phóng xạ  $\alpha$ ), hạt proton ; mang điện âm như chùm electron (phóng xạ  $\beta$ ) ; không mang điện như hạt neutron hoặc tia  $\gamma$  (có bản chất giống như ánh sáng nhưng năng lượng lớn hơn nhiều). Sự tự biến đổi như vậy của hạt nhân nguyên tử, thường gọi là sự phân rã phóng xạ hay phân rã hạt nhân.

Tự phân hạch, là quá trình hạt nhân của các nguyên tử phóng xạ có số khối lớn như  $^{235}\text{U}$  tự vỡ ra thành các mảnh hạt nhân kèm theo sự thoát ra neutron và một số hạt cơ bản khác, cũng là một dạng của sự phân rã hạt nhân.

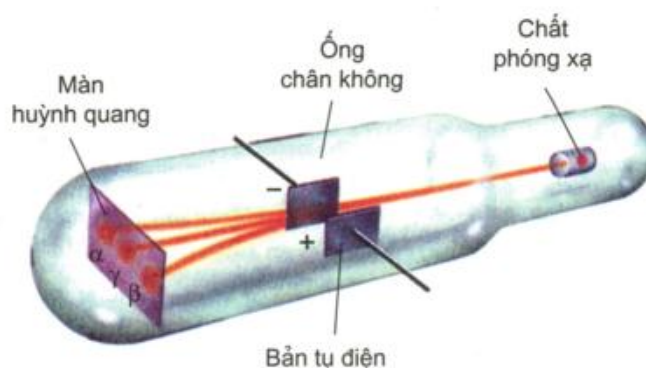
Trong tự phân hạch và phân rã hạt nhân đều có sự hụt khối lượng, tức là tổng khối lượng của các hạt tạo thành nhỏ hơn khối lượng của hạt nhân ban đầu. Khối lượng bị hao hụt này chuyển hoá thành năng lượng khổng lồ được tính theo phương trình nổi tiếng của Anh-xtanh (A.Einstein) :  $\Delta E = \Delta m.c^2$ . Trong đó,  $\Delta E$  là năng lượng thoát ra khi phân rã hạt nhân (năng lượng này nằm trong động năng của các hạt thoát ra khi phân rã hạt nhân và năng lượng của bức xạ  $\gamma$ ) ;  $\Delta m$  là độ hụt khối ;  $c = 2,988.10^8$  m/s là vận tốc ánh sáng trong chân không.

## 2. Sự phóng xạ tự nhiên

Năm 1896, nhà vật lí người Pháp, Béc-cơ-ren (A.Becquerel) và sau đó là ông bà Pi-e Quy-ri và Ma-ri Quy-ri (Pierre Curie và Marie Curie) phát hiện ra rằng các hợp chất của urani có khả năng tự phát ra những tia không nhìn thấy được, có thể xuyên qua những vật mà tia sáng thường không đi qua được, gọi là các tia phóng xạ. Dưới tác dụng của điện trường tia phóng xạ bị tách làm ba tia :

- Tia  $\alpha$  (anpha) lệch về phía cực âm của điện trường, gồm các hạt  $\alpha$  mang hai điện tích dương, có khối lượng bằng khối lượng của nguyên tử heli.
- Tia  $\beta$  (bêta) lệch về phía cực dương của điện trường, gồm các hạt electron.
- Tia  $\gamma$  (gamma) không lệch về cực nào của điện trường, có bản chất giống như tia sáng (hình 1.5).

Những nghiên cứu về bản chất của hiện tượng phóng xạ chứng tỏ rằng hạt nhân của các nguyên tử phóng xạ không bền, tự phân huỷ và phóng ra các hạt vật chất khác nhau như hạt  $\alpha$ ,  $\beta$ , kèm theo bức xạ điện từ như tia  $\gamma$ . Đồng thời với hiện tượng phóng xạ tự nhiên, người ta cũng phát hiện một số loại nguyên tử của một số nguyên tố nhân tạo cũng có khả năng phóng xạ.



Hình 1.5. Sự phóng xạ tự nhiên



### 3. Ứng dụng của đồng vị phóng xạ

Mặc dù mãi tới năm 1896 hiện tượng phóng xạ mới được phát hiện bởi nhà bác học Pháp Bec-cơ-ren, nhưng các đồng vị phóng xạ đã nhanh chóng đóng vai trò đáng kể trong lịch sử phát triển của thế kỉ XX và thế kỉ chúng ta đang sống. Ứng dụng đồng vị phóng xạ trong các lĩnh vực khác nhau của kĩ thuật và đời sống chủ yếu dựa trên hai yếu tố : (1) Tương tác mạnh của tia phóng xạ với môi trường vật chất mà nó đi qua ; (2) Do sự phát tia phóng xạ, các đồng vị phóng xạ dễ được phát hiện bằng các máy đo phóng xạ, nên có thể đóng vai trò của các nguyên tử đánh dấu. Sau đây là một vài thí dụ về ứng dụng đồng vị phóng xạ.

#### a) Trong nghiên cứu sinh học và nông nghiệp

Trong những thành tựu rực rỡ gần đây của nghiên cứu di truyền học, giải mã gen, tìm hiểu sự vận chuyển các axit amin trong cơ thể sinh vật,... vai trò của các nguyên tử đánh dấu là rất quan trọng.

Các tia phóng xạ có năng lượng lớn, gây ra các đột biến gen tạo thành các giống mới với nhiều tính chất ưu việt. Đây là cơ sở của cách mạng xanh trên thế giới. Tia  $\gamma$  của đồng vị  $^{60}\text{Co}$  là tác nhân tiệt trùng, chống nấm mốc hữu hiệu trong bảo quản lương thực, thực phẩm và các loại hạt giống.

#### b) Trong y học

Trong y học, các đồng vị phóng xạ được dùng rộng rãi cho hoạt động nghiên cứu, chẩn đoán và điều trị. Các hợp chất đánh dấu hoá phóng xạ cung cấp các thông tin giải phẫu học về nội tạng con người, về hoạt động của các cơ quan riêng biệt, phục vụ cho chẩn đoán bệnh. Tia phóng xạ được sử dụng trong các phương pháp chụp cắt lớp. Từ lâu người ta đã sử dụng đồng vị  $^{131}\text{I}$  trong chẩn đoán và điều trị bệnh tuyến giáp. Tia  $\gamma$  có thể hội tụ tạo thành chùm tia có năng lượng lớn, được sử dụng như một lưỡi dao sắc (dao gamma) trong các ca mổ không chảy máu đối với các khối u nằm sâu trong não, mà bệnh nhân không cần phải gây mê, có thể đi lại được ngay sau ca mổ,... Năm 2005, một thiết bị "dao gamma" như vậy đã được đưa vào sử dụng ở Việt Nam (tại Bệnh viện Trường Đại học Y Khoa Huế).

#### c) Trong công nghiệp và nghiên cứu khoa học

Phương pháp nguyên tử đánh dấu được dùng rộng rãi để theo dõi sự di chuyển của nước mặt, nước ngầm, kiểm tra tốc độ thấm qua đê, đập, thăm dò dầu khí, nghiên cứu cơ chế của các phản ứng phức tạp và đo đạc các hằng số hoá lí.

Tia  $\gamma$  với khả năng đâm xuyên mạnh cho phép kiểm tra độ đặc khít của bê tông và các vật liệu kết khối, phát hiện các khuyết tật, nứt, gãy nằm sâu trong vật liệu mà không phải phá mẫu.

Năng lượng của tia phóng xạ có thể gây ra nhiều biến đổi hoá học, biến tính nhiều vật liệu tạo ra các vật liệu mới, với những tính chất cực kì độc đáo.

Các phương pháp hạt nhân có khả năng phát hiện tạp chất ở nồng độ rất nhỏ ( $10^{-9}$  –  $10^{-8}$ ), đã làm thay đổi đáng kể diện mạo của Hoá học phân tích hiện đại. Phân tích đồng vị cho phép xác định tuổi của mẫu đất đá hoặc mẫu hoá thạch,...