

HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC ĐỒNG VỊ

- Sự liên quan giữa số đơn vị điện tích hạt nhân với số proton và số electron.
- Số khối của hạt nhân được tính như thế nào ?
- Thế nào là nguyên tố hoá học, đồng vị, nguyên tử khối, nguyên tử khối trung bình ?

I - HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

1. Điện tích hạt nhân

- a) Proton mang điện tích $1+$, nếu hạt nhân có Z proton thì điện tích của hạt nhân bằng $Z+$ và số đơn vị điện tích hạt nhân bằng Z .
- b) Nguyên tử trung hoà về điện nên số proton trong hạt nhân bằng số electron của nguyên tử. Vậy trong nguyên tử :

$$\text{Số đơn vị điện tích hạt nhân } Z = \text{số proton} = \text{số electron}$$

Thí dụ : Số đơn vị điện tích hạt nhân của nguyên tử nitơ là 7, vậy nguyên tử nitơ có 7 proton và 7 electron.

2. Số khối

- a) Số khối (kí hiệu là A) là tổng số hạt proton (kí hiệu là Z) và tổng số hạt nơtron (kí hiệu là N) của hạt nhân đó :

$$A = Z + N$$

Thí dụ, hạt nhân nguyên tử liti có 3 proton và 4 nơtron, vậy số khối của hạt nhân nguyên tử liti :

$$A = 3 + 4 = 7$$

- b) Số đơn vị điện tích hạt nhân Z và số khối A đặc trưng cho hạt nhân và cũng đặc trưng cho nguyên tử, vì khi biết Z và A của một nguyên tử sẽ biết được số proton, số electron và cả số nơtron trong nguyên tử đó ($N = A - Z$).

Thí dụ : Nguyên tử Na có $A = 23$ và $Z = 11$, suy ra nguyên tử Na có 11 proton, 11 electron và 12 nơtron.

II - NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC

1. Định nghĩa

Tính chất hoá học của nguyên tố phụ thuộc vào số electron của nguyên tử nguyên tố đó và do đó phụ thuộc vào số đơn vị điện tích hạt nhân Z của nguyên tử. Như vậy, các nguyên tử có cùng số đơn vị điện tích hạt nhân Z thì có cùng tính chất hoá học.

Định nghĩa : Nguyên tố hoá học là những nguyên tử có cùng điện tích hạt nhân.

Thí dụ : Tất cả các nguyên tử có cùng số đơn vị điện tích hạt nhân là 11 đều thuộc nguyên tố natri. Chúng đều có 11 proton và 11 electron.

Cho đến nay, người ta đã biết 92 nguyên tố hoá học có trong tự nhiên và khoảng 18 nguyên tố nhân tạo được tổng hợp trong các phòng thí nghiệm hạt nhân (tổng số khoảng 110 nguyên tố).

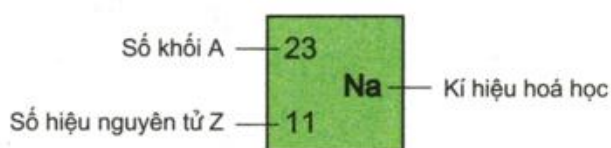
2. Số hiệu nguyên tử

Số đơn vị điện tích hạt nhân nguyên tử của một nguyên tố được gọi là số hiệu nguyên tử của nguyên tố đó, kí hiệu là Z .

3. Kí hiệu nguyên tử

Số đơn vị điện tích hạt nhân và số khối được coi là những đặc trưng cơ bản của nguyên tử. Để kí hiệu nguyên tử, người ta thường đặt kí hiệu các chỉ số đặc trưng ở bên trái kí hiệu nguyên tố X với số khối A ở phía trên, số hiệu nguyên tử Z ở phía dưới : A_ZX .

Thí dụ :



Kí hiệu trên cho ta biết :

Số hiệu nguyên tử của nguyên tố Na là 11 nên số đơn vị điện tích hạt nhân nguyên tử là 11, trong hạt nhân có 11 proton và vỏ nguyên tử Na có 11 electron. Số khối của nguyên tử Na là 23 nên trong hạt nhân có 12 ($23-11=12$) neutron.

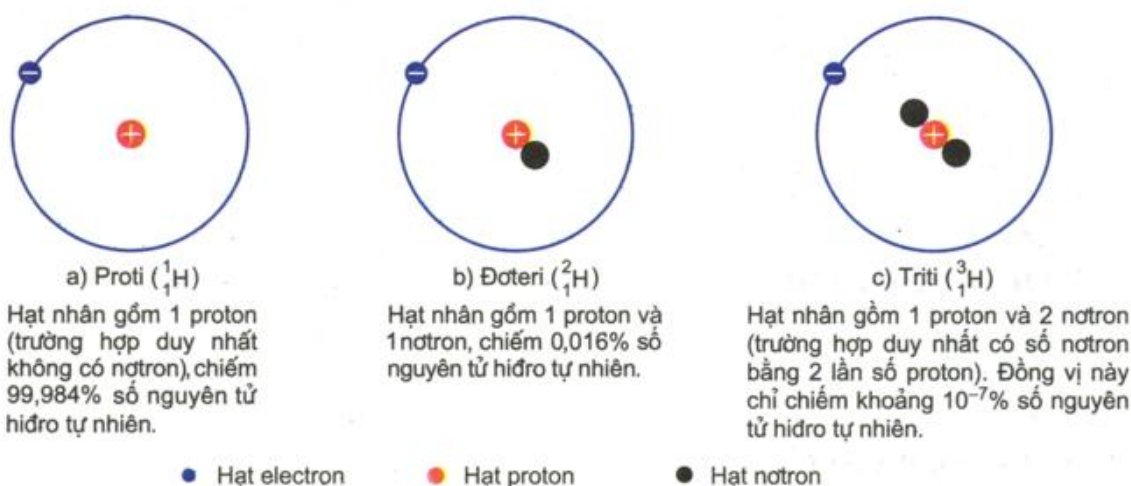
III - ĐỒNG VỊ

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

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 hydro có ba đồng vị :



Hình 1.5. Sơ đồ cấu tạo nguyên tử ba đồng vị của nguyên tố hydro

Ngoài khoảng 340 đồng vị tự nhiên, người ta đã tổng hợp được hơn 2400 đồng vị nhân tạo. Nhiều đồng vị nhân tạo được dùng trong y học, nông nghiệp, nghiên cứu khoa học...

IV - NGUYÊN TỬ KHỐI VÀ NGUYÊN TỬ KHỐI TRUNG BÌNH CỦA CÁC NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC

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, neutron và electron trong nguyên tử đó, nhưng do khối lượng của electron quá nhỏ bé so với hạt nhân có thể bỏ qua nên khối lượng của nguyên tử coi như bằng tổng khối lượng của các proton và neutron trong hạt nhân nguyên tử.

Như vậy, **nguyên tử khối coi như bằng số khối** (khi không cần độ chính xác cao).

Thí dụ : Xác định nguyên tử khối của P biết rằng P có Z = 15 và N = 16.

Nguyên tử khối của P là 31.

2. Nguyên tử khối trung bình

Nhiều nguyên tố hoá học tồn tại nhiều đồng vị trong tự nhiên nên nguyên tử khối của các nguyên tố này là nguyên tử khối trung bình của các đồng vị đó.

Giả sử một nguyên tố có hai đồng vị là X và Y ; X là nguyên tử khối của đồng vị X ; Y là nguyên tử khối của đồng vị Y ; a là phần trăm số nguyên tử của đồng vị X ; b là phần trăm số nguyên tử của đồng vị Y. Công thức tính

nguyên tử khối trung bình \bar{A} là :

$$\bar{A} = \frac{aX + bY}{100}$$

Trong những tính toán không cần độ chính xác cao, có thể dùng số khối thay cho nguyên tử khối.

Thí dụ : Clo là hỗn hợp của hai đồng vị bền⁽¹⁾ $^{35}_{17}\text{Cl}$ chiếm 75,77% và $^{37}_{17}\text{Cl}$ chiếm 24,23% tổng số nguyên tử clo trong tự nhiên.

Nguyên tử khối trung bình của clo là :

$$\bar{A}_{(\text{Cl})} = \frac{75,77 \cdot 35}{100} + \frac{24,23 \cdot 37}{100} \approx 35,5^{(2)}$$

BÀI TẬP

1. Nguyên tố hoá học là những nguyên tử có cùng

A. số khối.

C. số proton.

B. số nơtron.

D. số nơtron và số proton.

Chọn đáp án đúng.

2. Kí hiệu nguyên tử biểu thị đầy đủ đặc trưng cho một nguyên tử của một nguyên tố hoá học vì nó cho biết

A. số khối A.

C. nguyên tử khối của nguyên tử.

B. số hiệu nguyên tử Z.

D. số khối A và số hiệu nguyên tử Z.

Chọn đáp án đúng.

(1) Xem mục 1, bài tư liệu trang 14.

(2) Trong bảng tuần hoàn, người ta cho số liệu chính xác hơn là 35,45.

3. Nguyên tố cacbon có hai đồng vị bền : $^{12}_6\text{C}$ chiếm 98,89% và $^{13}_6\text{C}$ chiếm 1,11%. Nguyên tử khối trung bình của nguyên tố cacbon là
 A. 12,500. B. 12,011. C. 12,022. D. 12,055.
 Chọn đáp số đúng.
4. Hãy xác định điện tích hạt nhân, số proton, số nơtron, số electron, nguyên tử khối của các nguyên tử sau :
- $$^7_3\text{Li}, ^{19}_9\text{F}, ^{24}_{12}\text{Mg}, ^{40}_{20}\text{Ca}.$$
5. Đồng có hai đồng vị bền $^{65}_{29}\text{Cu}$ và $^{63}_{29}\text{Cu}$. Nguyên tử khối trung bình của đồng là 63,54. Tính thành phần phần trăm số nguyên tử của mỗi đồng vị.
6. Hidro có nguyên tử khối là 1,008. Hỏi có bao nhiêu nguyên tử của đồng vị ^2_1H trong 1 ml nước (cho rằng trong nước chỉ có đồng vị ^1_1H và ^2_1H) ?
 (Cho khối lượng riêng của nước là 1 g/ml.)
7. Oxi tự nhiên là một hỗn hợp các đồng vị : 99,757% $^{16}_8\text{O}$; 0,039% $^{17}_8\text{O}$; 0,204% $^{18}_8\text{O}$. Tính số nguyên tử của mỗi loại đồng vị khi có 1 nguyên tử $^{17}_8\text{O}$.
8. Argon tách ra từ không khí là hỗn hợp ba đồng vị : 99,6% $^{40}_{18}\text{Ar}$; 0,063 % $^{38}_{18}\text{Ar}$; 0,337% $^{36}_{18}\text{Ar}$. Tính thể tích của 10 g Ar ở điều kiện tiêu chuẩn.



Tư liệu

ỨNG DỤNG CỦA ĐỒNG VỊ PHÓNG XẠ VÀ SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG HẠT NHÂN VÌ MỤC ĐÍCH HOÀ BÌNH

1. Sự phân rã hạt nhân - phóng xạ và phân hạch

Tính phóng xạ là tính chất của một số hạt nhân nguyên tử không bền có thể tự biến đổi và phát ra các bức xạ hạt nhân (thường được gọi là các tia phóng xạ). Các nguyên tử có tính phóng xạ gọi là các đồng vị phóng xạ, còn các nguyên tử không phóng xạ gọi là các đồng vị bền. Các nguyên tố chỉ gồm các đồng vị phóng xạ (không có đồng vị bền) gọi là nguyên tố phóng xạ.

Tia phóng xạ có thể là chùm các hạt mang điện dương như hạt α (phóng xạ α), hạt proton ; mang điện âm như chùm hạt electron (phóng xạ β) ; không mang điện như hạt nơtron hoặc tia γ (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}U tự vỡ ra thành các mảnh hạt nhân kèm theo sự thoát ra neutron và một số hạt cơ bản khác. Tự phân hạch cũng là một dạng của sự phân rã hạt nhân.

Trong tự phân hạch và phân rã phóng xạ 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) :

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 \quad (1)$$

trong đó, ΔE (J) 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 γ) ; Δm (g) là độ hụt khối ; $c = 2,988 \cdot 10^8$ m/s là vận tốc ánh sáng trong chân không.

2. Ứng dụng của các đồng vị phóng xạ

Mặc dù mãi tới năm 1896, hiện tượng phóng xạ mới được nhà bác học người Pháp Bec-cơ-ren (Becquerel) phát hiện, 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 γ của đồng vị ^{60}Co là tác nhân tiệt trùng, chống nấm mốc hữu hiệu trong bảo quản lương thực, thực phẩm và các loại hạt giống.

b) Ứng dụng đồng vị phóng xạ trong y học

Trong y học, các đồng vị phóng xạ được dùng rộng rãi trong các 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}I trong chẩn đoán và điều trị bệnh tuyến giáp. Tia γ 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 và 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) Ứng dụng đồng vị phóng xạ 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 γ (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^{-8} – 10^{-9}), 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...

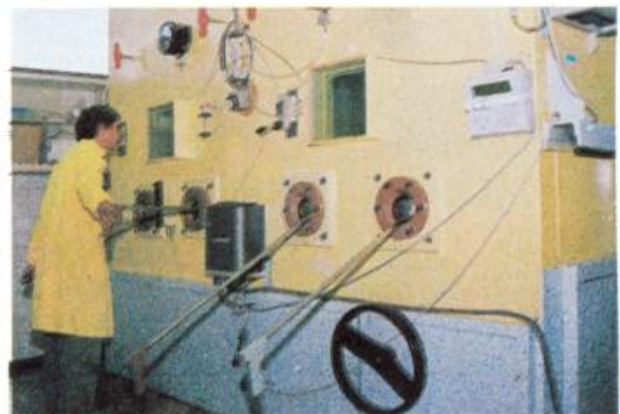
3. Sử dụng năng lượng phân hạch

Sự phân hạch giải phóng một năng lượng khổng lồ. Từ phương trình (1), người ta tính ra rằng năng lượng phân hạch của 1 kg ^{235}U , có thể tích cỡ một quả bóng ten-nit, tương đương với năng lượng thu được khi đốt cháy 2000 tấn than (số than này phải chuyên chở bằng 200 chuyến xe tải 10 tấn), hoặc năng lượng của sự nổ 20 000 tấn thuốc nổ TNT. Năng lượng phân hạch của urani được sử dụng trong các nhà máy điện hạt nhân. Năm 2005, năng lượng này đã cung cấp khoảng 16% tổng sản lượng điện của thế giới.

Điện hạt nhân hầu như không phát thải khí CO_2 và các khí thải độc hại khác, chi phí nhiên liệu thấp, có thể là một lựa chọn hợp lí cho sự phát triển bền vững của nước ta và nhiều quốc gia khác.

4. Bảo vệ phóng xạ

Tia phóng xạ có thể ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khoẻ con người và động, thực vật. Khi làm việc với các đồng vị phóng xạ, phải tôn trọng triệt để các quy định về an toàn hạt nhân. Các chất thải phóng xạ phải được xử lí theo các quy trình nghiêm ngặt và chôn cất trong các kho được xây dựng đặc biệt. Đối với chất thải hoạt độ cao, các kho phải an toàn trong thời gian hàng vạn năm.



*Phòng đồng vị phóng xạ,
Viện Nghiên cứu hạt nhân,
thành phố Đà Lạt, (tỉnh Lâm Đồng).*