

THÀNH PHẦN NGUYÊN TỬ

- Nguyên tử có kích thước, khối lượng và thành phần cấu tạo như thế nào ?
- Kích thước, khối lượng và điện tích của các hạt tạo thành nguyên tử là bao nhiêu ?



Hình 1.1. Tượng Đê-mô-crit (Democritus)



Hình 1.2. Đồng tiền bằng bạc thời Đê-mô-crit

Vào khoảng năm 440 trước Công Nguyên, nhà triết học Đê-mô-crit cho rằng đồng tiền bạc bị chia nhỏ mãi, sau cùng sẽ được một hạt "không thể phân chia được nữa", gọi là **nguyên tử** (xuất phát từ chữ Hi Lạp **atomos**, nghĩa là "không chia nhỏ hơn được nữa").

Ngày nay, người ta có thể phân chia được các nguyên tử bạc nhưng các hợp phần thu được không còn giữ nguyên tính chất của bạc nữa.

Cho đến tận giữa thế kỉ XIX, người ta vẫn cho rằng : Các chất đều được tạo nên từ những hạt cực kì nhỏ bé không thể phân chia được nữa, gọi là nguyên tử.

Những công trình thực nghiệm vào cuối thế kỉ XIX, đầu thế kỉ XX đã chứng minh nguyên tử có thật và có cấu tạo phức tạp.

I - THÀNH PHẦN CẤU TẠO CỦA NGUYÊN TỬ

1. Electron

a) Sự tìm ra electron

Năm 1897, nhà bác học người Anh Tôm-xon (J.J. Thomson) nghiên cứu sự phóng điện giữa hai điện cực có hiệu điện thế 15 kV, đặt trong một ống gần như

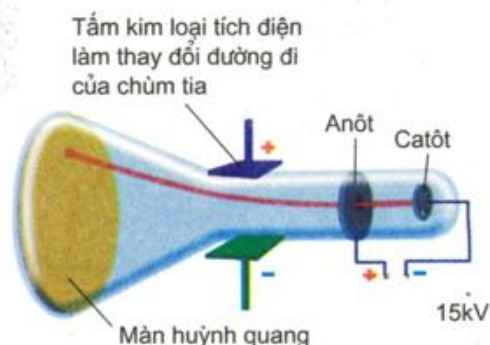
chân không (áp suất khoảng 0,001 mmHg) và thấy màn huỳnh quang trong ống phát sáng do những tia phát ra từ cực âm và được gọi là tia âm cực.

Tia âm cực có các đặc tính sau :

- Trên đường đi của nó, nếu ta đặt một chong chóng nhẹ thì chong chóng bị quay. Điều đó cho thấy tia âm cực là chùm hạt vật chất có khối lượng và chuyển động với vận tốc lớn.

- Khi không có tác dụng của điện trường và từ trường thì tia âm cực truyền thẳng.

- Khi cho tia âm cực đi vào giữa hai bản điện cực mang điện tích trái dấu, tia âm cực lệch về phía cực dương. Điều đó chứng tỏ tia âm cực là chùm hạt mang điện tích âm (hình 1.3).



Hình 1.3. Sơ đồ thí nghiệm của Tô-m-xơn phát hiện ra tia âm cực

Người ta gọi những hạt tạo thành tia âm cực là các electron, kí hiệu là e.

b) Khối lượng và điện tích của electron

Bằng thực nghiệm, người ta đã xác định được khối lượng và điện tích của electron.

Khối lượng : $m_e = 9,1094 \cdot 10^{-31}$ kg.

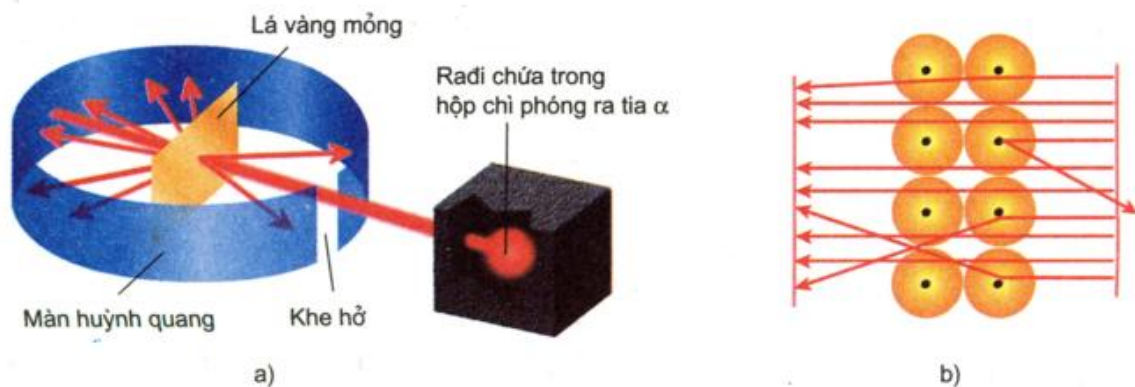
Điện tích : $q_e = -1,602 \cdot 10^{-19}$ C (culông).

Người ta chưa phát hiện được điện tích nào nhỏ hơn $1,602 \cdot 10^{-19}$ C nên nó được dùng làm **điện tích đơn vị**, kí hiệu là e_0 . Do đó, điện tích của electron được kí hiệu là $-e_0$ và quy ước bằng 1-.

2. Sự tìm ra hạt nhân nguyên tử

Năm 1911, nhà vật lí người Anh Rơ-dơ-pho (E.Rutherford) và các cộng sự đã cho các hạt $\alpha^{(1)}$ bắn phá một lá vàng mỏng và dùng màn huỳnh quang đặt sau lá vàng để theo dõi đường đi của hạt α . Kết quả thí nghiệm cho thấy hầu hết các hạt α đều xuyên thẳng qua lá vàng, nhưng có một số ít hạt đi lệch hướng ban đầu và một số rất ít hạt bị bật lại phía sau khi gặp lá vàng (hình 1.4a, b).

⁽¹⁾ Hạt có điện tích 2+ và khối lượng gấp 4 lần nguyên tử hidro.



Hình 1.4. Mô hình thí nghiệm khám phá ra hạt nhân nguyên tử

Như vậy, nguyên tử phải chứa phần mang điện dương có khối lượng lớn để có thể làm các hạt α bị lệch khi va chạm. Nhưng phần mang điện tích dương này lại phải có kích thước rất nhỏ so với kích thước nguyên tử để phần lớn các hạt α có thể xuyên qua khoảng cách giữa các phần mang điện tích dương của các nguyên tử vàng mà không bị lệch hướng. Điều đó chứng tỏ nguyên tử có cấu tạo rỗng, phần mang điện dương là hạt nhân (hình 1.4b).

Xung quanh hạt nhân có các electron tạo nên vỏ nguyên tử. Để nguyên tử trung hoà về điện, số đơn vị điện tích dương của hạt nhân đúng bằng số electron quay xung quanh hạt nhân.

Vì khối lượng của các electron rất nhỏ nên khối lượng nguyên tử hầu như tập trung ở hạt nhân.

3. Cấu tạo của hạt nhân nguyên tử

a) Sự tìm ra proton

Năm 1918, khi bắn phá hạt nhân nguyên tử nitơ bằng hạt α , Rơ-dơ-pho đã quan sát thấy sự xuất hiện hạt nhân nguyên tử oxi và một loại hạt có khối lượng $1,6726 \cdot 10^{-27}$ kg, mang một đơn vị điện tích dương (kí hiệu là e_0 ; quy ước bằng $1+$). Đó chính là hạt proton, được kí hiệu bằng chữ p .

Hạt proton là một thành phần cấu tạo của hạt nhân nguyên tử.

b) Sự tìm ra notron

Năm 1932, Chat-uých (J.Chadwick) (cộng tác viên của Rơ-dơ-pho) dùng hạt α bắn phá hạt nhân nguyên tử beri đã quan sát thấy sự xuất hiện của một loại hạt mới có khối lượng xấp xỉ khối lượng của proton, nhưng không mang điện, được gọi là hạt notron (kí hiệu bằng chữ n).

Như vậy, notron cũng là một thành phần cấu tạo của hạt nhân nguyên tử.

c) Cấu tạo của hạt nhân nguyên tử

Sau các thí nghiệm trên, người ta đi đến kết luận :

Hạt nhân nguyên tử được tạo thành bởi các proton và notron. Vì notron không mang điện, số proton trong hạt nhân phải bằng số đơn vị điện tích dương của hạt nhân và bằng số electron quay xung quanh hạt nhân.

II - KÍCH THƯỚC VÀ KHỐI LƯỢNG CỦA NGUYÊN TỬ

Ngày nay, các nhà khoa học đã xác định được kích thước và khối lượng các hạt tạo nên nguyên tử.

Nguyên tử của các nguyên tố khác nhau có kích thước và khối lượng khác nhau.

1. Kích thước

Nếu hình dung nguyên tử như một quả cầu, trong đó có các electron chuyển động rất nhanh xung quanh hạt nhân, thì nó có đường kính khoảng 10^{-10} m.

Để biểu thị kích thước nguyên tử, người ta dùng đơn vị nanomet (viết tắt là nm)

hay angstrom (viết tắt là Å).

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} ; 1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m} ; 1 \text{ nm} = 10 \text{ Å}.$$

a) Nguyên tử nhỏ nhất là nguyên tử hiđro có bán kính khoảng 0,053 nm.

b) Đường kính của hạt nhân nguyên tử còn nhỏ hơn, vào khoảng 10^{-5} nm.

Như vậy, đường kính của nguyên tử lớn hơn đường kính của hạt nhân

khoảng 10 000 lần $\left(\frac{10^{-1} \text{ nm}}{10^{-5} \text{ nm}} = 10^4 \right)$.

Nếu ta hình dung hạt nhân là quả cầu có đường kính 10 cm thì nguyên tử là quả cầu có đường kính 1000 m = 1 km.

- c) Đường kính của electron và của proton còn nhỏ hơn nhiều (khoảng 10^{-8} nm), electron chuyển động xung quanh hạt nhân trong không gian rỗng của nguyên tử.

2. Khối lượng

Ta khó tưởng tượng được rằng 1 g của bất kì chất nào cũng chứa tới hàng tỉ tỉ nguyên tử.

Thí dụ : 1 g cacbon có tới $5 \cdot 10^{22}$ ($50\,000 \cdot 10^9 \cdot 10^9$) nguyên tử cacbon (tức là năm mươi nghìn tỉ tỉ nguyên tử cacbon).

Vì vậy, để biểu thị khối lượng của nguyên tử, phân tử và các hạt proton, neutron, electron người ta phải dùng **đơn vị khối lượng nguyên tử**, kí hiệu là $u^{(1)}$, u còn được gọi là đvC.

1 u bằng $\frac{1}{12}$ khối lượng của một nguyên tử đồng vị cacbon-12.

Nguyên tử cacbon này có khối lượng là $19,9265 \cdot 10^{-27}$ kg.

$$1 u = \frac{19,9265 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{12} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Khối lượng của 1 nguyên tử hydro là $1,6738 \cdot 10^{-27}$ kg $\approx 1,008u \approx 1u$.

Khối lượng của 1 nguyên tử cacbon là $19,9265 \cdot 10^{-27}$ kg = $12u$.

Khối lượng, điện tích của các hạt cấu tạo nên nguyên tử được ghi trong bảng 1.

Bảng 1. Khối lượng và điện tích của các hạt tạo nên nguyên tử

Đặc tính hạt	Vỏ nguyên tử	Hạt nhân	
	electron (e)	proton (p)	neutron (n)
Điện tích q	$q_e = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} = -e_0 = 1-$	$q_p = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} = e_0 = 1+$	$q_n = 0$
Khối lượng m	$m_e = 9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ $m_e \approx 0,00055u$	$m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ $m_p \approx 1u$	$m_n = 1,6748 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ $m_n \approx 1u$

(1) Trong một số tài liệu nước ngoài, người ta còn gọi là amu (atomic mass unit).

BÀI TẬP

1. Các hạt cấu tạo nên hạt nhân của hầu hết các nguyên tử là
A. electron và proton.
B. proton và nơtron.
C. nơtron và electron.
D. electron, proton và nơtron.
Chọn đáp án đúng.
2. Các hạt cấu tạo nên hầu hết các nguyên tử là
A. proton và electron.
B. nơtron và electron.
C. nơtron và proton.
D. nơtron, proton và electron.
Chọn đáp án đúng.
3. Nguyên tử có đường kính lớn gấp khoảng 10 000 lần đường kính hạt nhân. Nếu ta phóng đại hạt nhân lên thành một quả bóng có đường kính 6 cm thì đường kính nguyên tử sẽ là
A. 200 m.
B. 300 m.
C. 600 m.
D. 1200 m.
Chọn đáp số đúng.
4. Tìm tỉ số về khối lượng của electron so với proton, so với nơtron.
5. Nguyên tử kẽm có bán kính $r = 1,35 \cdot 10^{-1}$ nm và có khối lượng nguyên tử là 65 u.
a) Tính khối lượng riêng của nguyên tử kẽm.
b) Thực tế hầu như toàn bộ khối lượng nguyên tử tập trung ở hạt nhân với bán kính $r = 2 \cdot 10^{-6}$ nm. Tính khối lượng riêng của hạt nhân nguyên tử kẽm.
Cho biết $V_{\text{hình cầu}} = \frac{4}{3} \pi r^3$.