

52 CẤU TẠO CỦA HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ ĐỘ HỤT KHỐI

I - MỤC TIÊU

- Nêu được cấu tạo của hạt nhân, biết ký hiệu hạt nhân và đơn vị khối lượng nguyên tử.
- Nêu được lực hạt nhân là gì và các đặc điểm của lực hạt nhân.
- Nêu được độ hụt khối của hạt nhân là gì và viết được công thức tính độ hụt khối.
- Nêu được năng lượng liên kết hạt nhân là gì và viết được công thức tính năng lượng liên kết hạt nhân.

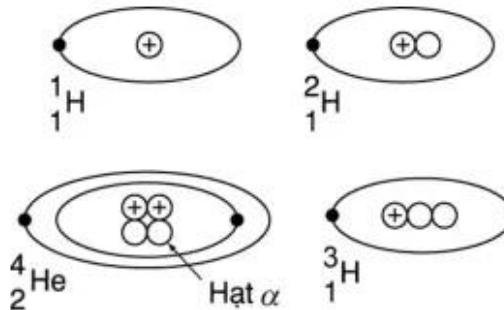
II - CHUẨN BỊ

Giáo viên

- Vẽ trên giấy khổ lớn mô hình các nguyên tử ${}_1^1\text{H}$, ${}_1^2\text{H}$, ${}_1^3\text{H}$ (3 đồng vị của hiđrô) và ${}_2^4\text{He}$ (Hình 52.1).

Học sinh

- Ôn lại kiến thức về hoá học (cấu tạo nguyên tử, cấu tạo hạt nhân, Bảng tuần hoàn các nguyên tố).



Hình 52.1. Mô hình cấu tạo một số nguyên tử.

III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LUÔN Ý

1. Kích thước hạt nhân

Người ta có thể coi hạt nhân như một quả cầu bán kính R và xác định bán kính đó bằng nhiều phương pháp thực nghiệm khác nhau.

Kết quả là bằng những phương pháp đo khác nhau, người ta thấy kích thước hạt nhân phù hợp theo công thức thực nghiệm :

$$R = r_0 A^{1/3}$$

với

$$r_0 \approx (1,2 \div 1,5) 10^{-15} \text{ m}$$

Người ta gọi r_0 là *bán kính điện*, vì nó xác định kích thước của miền chiếm bởi các hạt tích điện trong hạt nhân.

Từ (52.1) SGK, ta đi tới một kết luận quan trọng là : thể tích hạt nhân tỉ lệ với số hạt trong hạt nhân. Nói cách khác, *khối lượng riêng của hạt nhân là không đổi đối với mọi hạt nhân*. Nếu kí hiệu *khối lượng riêng của hạt nhân* là ρ , ta có :

$$\rho = \frac{m_{\text{hạt nhân}}}{\frac{4}{3} \pi R^3} \approx \frac{m_p A}{\frac{4}{3} \pi (1,5)^3 A \cdot 10^{-45}} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27}}{\frac{4}{3} \pi (1,5)^3 \cdot 10^{-45}} \approx 10^{14} \text{ tần/m}^3$$

Ta thấy khối lượng riêng của hạt nhân cực kì lớn. Thực nghiệm đã chứng minh rằng khối lượng hạt nhân không phân bố đều mà tập trung ở giữa tạo thành lõi, còn ở lớp ngoài mặt, khối lượng riêng giảm nhanh, nhưng không đột ngột.

2. Lực hạt nhân

Hạt nhân nguyên tử có cấu trúc khá bền vững. Điều đó chứng tỏ các nuclôn trong hạt nhân phải hút nhau bằng những lực rất mạnh. Lực đó gọi là *lực hạt nhân*. Nhờ những sự kiện thực nghiệm ta tìm ra một số đặc tính của lực hạt nhân :

a) Lực hạt nhân là *lực có bán kính tác dụng ngắn*. Trong phạm vi 10^{-15} m , lực hạt nhân rất mạnh. Ngoài khoảng đó, lực hạt nhân giảm nhanh xuống đến giá trị bằng không.

b) Lực hạt nhân *không phụ thuộc diện tích* : Tương tác giữa các cặp prôtôn – prôtôn, prôtôn – nôtron, nôtron – nôtron đều giống nhau, nếu các nuclôn ở trong cùng những trạng thái như nhau.

c) Lực hạt nhân có tính *bao hoà*, nghĩa là mỗi nuclôn chỉ tương tác với một số nuclôn ở lân cận quanh nó chứ không tương tác với mọi nuclôn của hạt nhân.

d) Lực hạt nhân là *lực trao đổi*. Theo I-u-ka-oa, tương tác giữa hai nuclôn được thực hiện bằng cách trao đổi một loại hạt gọi là mêzôn π , là hạt có khối lượng vào cỡ $200 \div 300$ lần khối lượng của electron.

e) *Lực hạt nhân phụ thuộc spin của các nuclôn*

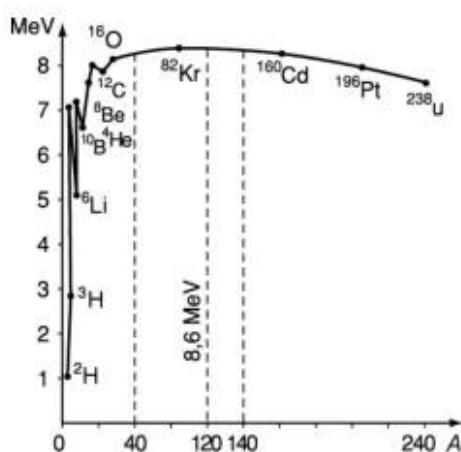
3. Để so sánh độ bền vững của hạt nhân, người ta thường dùng khái niệm năng lượng liên kết ứng với một nuclôn, hay còn gọi là *năng lượng liên kết riêng* bằng $\frac{W_{lk}}{A}$.

Năng lượng liên kết ứng với một nuclôn càng lớn thì hạt nhân càng bền vững. Hình 52.2 cho ta đồ thị của ε theo A. Hình 52.4 cho thấy :

a) Đối với các hạt nhân nhẹ nhất, năng lượng liên kết riêng tăng nhanh từ 1,1 MeV (2_1H) đến 2,8 MeV (3_1H) và đạt giá trị 7 MeV (4_2He).

b) Đối với các hạt nhân nặng có A từ 140 đến 240 thì năng lượng liên kết riêng giảm dần nhưng rất chậm từ 8 MeV đến khoảng 7 MeV.

c) Đối với hạt nhân trung bình với A từ 50 ÷ 70 thì năng lượng liên kết riêng có giá trị lớn nhất khoảng 8,7 MeV. Điều đó giải thích tại sao các hạt nhân trung bình lại bền vững nhất.



Hình 52.2. Sự phụ thuộc của năng lượng liên kết riêng theo số nuclôn A.

IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. Cấu tạo hạt nhân : Nuclôn

Để vào bài, GV yêu cầu HS nhắc lại các kiến thức đã học ở môn Hoá học lớp 10 (về cấu tạo nguyên tử, cấu tạo hạt nhân, diện tích và số khối của hạt nhân, đồng vị). Sau đó GV tóm tắt kiến thức như SGK, GV lưu ý HS nhớ các thuật ngữ. GV yêu cầu HS nắm chắc kí hiệu hạt nhân và viết được kí hiệu của một số hạt nhân do GV yêu cầu (theo Bảng tuần hoàn các nguyên tố treo ở lớp). Về kích thước hạt nhân, GV chỉ yêu cầu HS biết và trả lời **C1**.

$$\text{C1} \quad R_0 = 1,2 \cdot 10^{-15} \cdot (238)^{1/3} \approx 7,4 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

$$\frac{V_U}{V_{He}} = \frac{A_U}{A_{He}} = \frac{238}{4} = 59,5$$

2. Đồng vị

GV yêu cầu HS nhắc lại khái niệm đồng vị đã học ở Hoá học và yêu cầu HS nắm chắc định nghĩa.

GV nêu một số ví dụ về đồng vị và nhấn mạnh cho HS biết có hai loại đồng vị : đồng vị bền và đồng vị phóng xạ (có thể HS chưa hình dung được đồng vị phóng xạ, sẽ học ở bài sau (Bài 53)).

Để HS có một hình ảnh cụ thể về *khối lượng riêng của hạt nhân*, GV có thể gợi ý như sau. Xét một khối nước hình lập phương cạnh dài 1 km nặng 1000 triệu tấn. Nếu ta dồn các nguyên tử nước cho các hạt nhân lại sát nhau, không còn khoảng trống nữa thì ta chỉ còn 1 cm^3 nước nhưng vẫn nặng 1000 triệu tấn (!). Sau đó yêu cầu HS trả lời **C2**.

C2 Mọi hạt nhân có cùng khối lượng riêng, bằng 10^{17} kg/m^3 .

3. Đơn vị khối lượng nguyên tử

GV yêu cầu HS nhắc lại đơn vị cacbon đã học trong Hoá học, từ đó giới thiệu đơn vị u.

Vì HS đã học hệ thức Anh-xtanh nên GV yêu cầu HS hiểu được đơn vị khối lượng thường dùng trong Vật lí hạt nhân là eV/c^2 hoặc MeV/c^2 , rất tiện khi tính năng lượng tỏa ra trong phản ứng hạt nhân. GV yêu cầu HS trả lời **C3**.

C3 $1\text{ MeV/c}^2 = 1,78 \cdot 10^{-30}\text{ kg}$.

4. Năng lượng liên kết

Về lực hạt nhân, GV yêu cầu HS lưu ý lực hạt nhân là lực của tương tác mạnh nhất trong bốn loại tương tác (sẽ nói rõ hơn ở Bài 54).

Về độ hút khối và năng lượng liên kết, GV có thể trình bày cho HS hiểu rõ hơn như sau :

Xét về mặt năng lượng, có sự tương tự giữa việc hạt nhân hút électron để tạo thành nguyên tử và các nuclôn hút nhau để tạo thành hạt nhân. Khi lực Cu-lông hút électron lại gần hạt nhân thì nó sinh công, nghĩa là sự tạo thành nguyên tử tỏa ra năng lượng. Ngược lại muốn ion hoá nguyên tử, tức là đưa các électron ra "vô cực", thì phải tốn năng lượng gọi là *năng lượng ion hoá*. Tương tự như vậy, lực hạt nhân khi hút các nuclôn lại sát nhau thì sinh công, nghĩa là sự tạo thành hạt nhân tỏa ra năng lượng $W_{lk} = c^2 \Delta m$, gọi là *năng lượng liên kết*. Muốn tách hạt nhân thành các nuclôn riêng rẽ thì phải tốn năng lượng bằng W . Năng lượng phá vỡ liên kết *hạt nhân* này tương ứng với năng lượng ion hoá nguyên tử, nhưng theo thói quen cũng gọi là năng lượng liên kết. Cái khác nhau quan trọng là lực hạt nhân mạnh hơn lực Cu-lông, nên năng lượng liên kết có cỡ MeV, còn năng lượng ion hoá chỉ có cỡ eV (13,6 eV đối với nguyên tử H). GV yêu cầu HS trả lời **C4**.

C4 GV hướng dẫn HS thực hiện phép tính, kết quả là :

$$m_{\text{He}} < 2m_p + 2m_n = 4,0319\text{ u}$$

Đối với sự tạo thành nguyên tử thì cũng có độ hụt khối Δm (khối lượng của nguyên tử nhỏ hơn khối lượng của hạt nhân và electron đứng riêng), nhưng Δm này ứng với năng lượng cỡ eV nên quá nhỏ, cỡ 10^{-36} kg, nên coi như không có.

GV có thể yêu cầu HS trả lời câu hỏi : Tại sao hạt nhân có năng lượng liên kết riêng càng lớn thì càng bền vững ? GV yêu cầu HS trả lời **C5**.

C5 $W_{lk} \approx 28,32 \text{ MeV} ; \frac{W_{lk}}{A} = 7,08 \text{ MeV/nuclôn.}$

V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

Câu hỏi

1. Xem mục 1 SGK.
2. Xem mục 2 SGK.
3. Xem mục 3 SGK.
4. Xem mục 4 SGK.

Bài tập

1. C. 2. A. 3. C. 4. B.
5. 2,3 MeV.
6. $2,7 \cdot 10^{12} \text{ J.}$