

36

NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT CỦA HẠT NHÂN PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

I – MỤC TIÊU

- Nêu được những đặc tính của lực hạt nhân.
- Viết được hệ thức Anh-xtanh.
- Phát biểu được định nghĩa và viết được biểu thức của độ hụt khối lượng của hạt nhân.
- Phát biểu được định nghĩa và viết được biểu thức của năng lượng liên kết của hạt nhân.
- Sử dụng các bảng đã cho trong SGK, tính được năng lượng liên kết và năng lượng liên kết riêng của một hạt nhân.
- Phát biểu được định nghĩa phản ứng hạt nhân và nêu được các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân.
- Phát biểu được và nêu được ví dụ về phản ứng hạt nhân.
- Viết biểu thức năng lượng của một phản ứng hạt nhân và nêu điều kiện của phản ứng hạt nhân trong các trường hợp :
 - Toả năng lượng.
 - Thu năng lượng.

II – CHUẨN BỊ

1. Giáo viên : Chuẩn bị sẵn các bảng số liệu về khối lượng nguyên tử hoặc hạt nhân, đồ thị của $\frac{W_{lk}}{A}$ theo A.

2. Học sinh : Ôn lại bài 35.

III – THÔNG TIN BỔ SUNG

Vài ghi chú khi tính toán năng lượng của một phản ứng hạt nhân.

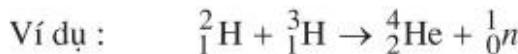
1. Khi tính hiệu số khối lượng $m_{trước} - m_{sau}$ trong một phản ứng hạt nhân để xem phản ứng đó là toả hay thu năng lượng, ta có thể *tính hiệu số khối lượng* các

nguyên tử trước và sau phản ứng thay cho khối lượng các hạt nhân, vì số electron của các nguyên tử trước và sau phản ứng bằng nhau.

2. Trong một phản ứng hạt nhân, số điện tích Z và số nuclôn A trước và sau phản ứng không thay đổi, nhưng số p và số n trước và sau phản ứng có thể khác nhau. Ví dụ :



Tuy nhiên, đối với các phản ứng hạt nhân không bắn ra hay hấp thụ các electron hoặc pôzitron thì do bảo toàn điện tích, ta suy ra sự bảo toàn số p ; kết quả là số n cũng bảo toàn.



Trong điều kiện như vậy, có thể ước tính năng lượng toả ra hay thu vào của phản ứng hạt nhân một cách đơn giản như sau :

Từ công thức cho năng lượng liên kết của một hạt nhân :

$$W_{lk} = [(Zm_p + Nm_n) - m_X]c^2 \quad (N = A - Z)$$

Ta suy ra :

$$m_X c^2 = (Zm_p + Nm_n)c^2 - W_{lk}$$

Năng lượng của phản ứng hạt nhân cho bởi :

$$\left[\sum_{\text{trước}} m_X c^2 \right] - \left[\sum_{\text{sau}} m_X c^2 \right] \quad (36.1)$$

Vì số prôtôn và số nơtron trước và sau phản ứng bằng nhau nên hiệu số (36.1) trở thành :

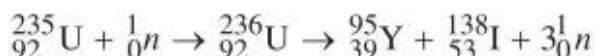
$$\sum_{\text{sau}} W_{lk} - \sum_{\text{trước}} W_{lk} \approx \sum_{\text{sau}} A \frac{W_{lk}}{A} - \sum_{\text{trước}} A \frac{W_{lk}}{A} \approx (\Sigma A) \left[\left(\frac{\bar{W}_{lk}}{A} \right)_{\text{sau}} - \left(\frac{\bar{W}_{lk}}{A} \right)_{\text{trước}} \right].$$

$\left(\frac{\bar{W}_{lk}}{A} \right)_{\text{sau}}$ và $\left(\frac{\bar{W}_{lk}}{A} \right)_{\text{trước}}$ là giá trị trung bình của $\frac{W_{lk}}{A}$ sau và trước phản ứng.

Trong phương trình trên, ΣA có giá trị như nhau trước và sau phản ứng. Vậy điều kiện toả năng lượng của phản ứng hạt nhân có thể viết dưới dạng phân số

$$\left(\frac{W_{lk}}{A} \right)_{\text{sau}} > \left(\frac{W_{lk}}{A} \right)_{\text{trước}}$$

Ví dụ :



Phép tính cho các năng lượng liên kết riêng trước phản ứng bằng 7,6 MeV (với urani) và sau phản ứng bằng 8,5 MeV (với iốt 138 và ytri 95). Vậy, năng lượng toả ra từ sự phân hạch một hạt nhân ^{235}U xấp xỉ bằng :

$$235.(8,5 - 7,6) \approx 212 \text{ MeV/1 hạt nhân}$$

và năng lượng toả ra từ phản ứng phân hạch 1 g urani 235 bằng $0,85 \cdot 10^{10} \text{ J}$ tương đương với 8,5 tấn than.

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

Bài này dạy trong 2 tiết.

Có thể phân bố nội dung dạy học như sau :

- Tiết thứ nhất : I. Lực hạt nhân ; II. Năng lượng liên kết của hạt nhân.
- Tiết thứ hai : III. Phản ứng hạt nhân.

Đây là một trong những bài trọng tâm của chương VII, do đó, cần phân tích kĩ những khái niệm và phép tính then chốt.

1. Khái niệm then chốt thứ nhất là khái niệm độ hụt khối.

Khối lượng của một hạt nhân bao giờ cũng nhỏ hơn tổng khối lượng của các nuclôn tạo thành hạt nhân đó khi chúng đứng riêng rẽ.

Như vậy, khi liên kết thành hạt nhân thì khối lượng đã giảm đi. Độ giảm đó là độ hụt khối.

2. Khái niệm then chốt thứ hai là khái niệm năng lượng liên kết của hạt nhân.

Cần chú ý rằng người ta quy ước gọi năng lượng mà ta cần cung cấp cho một hạt nhân để phá vỡ nó thành những nuclôn đứng riêng rẽ là năng lượng liên kết của hạt nhân đó. Nó không phải là năng lượng mà hạt nhân dự trữ được trong sự liên kết giữa các nuclôn với nhau.

3. Khái niệm then chốt thứ ba là khái niệm phản ứng hạt nhân và các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân.

4. Phép tính then chốt là phép tính năng lượng liên kết của hạt nhân và năng lượng thu vào hay toả ra trong phản ứng hạt nhân dựa vào hệ thức Anh-xtanh.

V – TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. C. 2. D. 3. A. 4. C.

5. Khối lượng hạt nhân $^{20}_{10}\text{Ne}$ cho bởi :

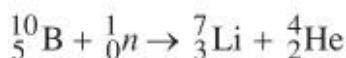
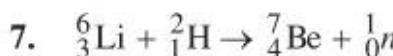
$$\begin{aligned} m_{\text{hn}} &= \frac{1}{c^2} \left[(10m_p + 10m_n)c^2 - W_{\text{lk}} \right] = 10m_p + 10m_n - \frac{W_{\text{lk}}}{c^2} \\ &= 10(1,00728 + 1,00866) - \frac{160,64}{931,5} \\ &= 20,1594 - 0,17245 = 19,98695\text{u} \end{aligned}$$

Muốn tìm khối lượng nguyên tử, ta phải cộng thêm khối lượng 10 electron.

$$m_{\text{nt}} = m_{\text{hn}} + 10m_e = 19,99245\text{u}$$

$$\begin{aligned} 6. W_{\text{lk}} &= [(26m_p + 30m_n) - (m_{\text{Fe}} - 26m_e)]c^2 \\ &= \left[\frac{26 \cdot 1,007280 + 30 \cdot 1,008660 - (55,934939 - 26 \cdot 0,000550)}{56,449080} \right] \text{uc}^2 \\ &= 0,528441 \text{ uc}^2 = 0,528441 \cdot 931,5 \text{ MeV} \approx 492,242792 \text{ MeV} \end{aligned}$$

$$\frac{W_{\text{lk}}}{56} = 8,79 \text{ MeV/1 nuclôn.}$$



$$8. [m_{\text{Li}} + m_{\text{H}} - 2m_{\text{He}}]c^2 = 22,4 \text{ MeV} = \frac{22,4}{931,5} \text{ uc}^2 = 0,024 \text{ uc}^2$$

Vậy : $m_{\text{Li}} + m_{\text{H}} - 2m_{\text{He}} = 0,02400\text{u}$

$$m_{\text{Li}} = 2 \cdot 4,00150 - 2,01400 + 0,02400 = 6,013\text{u}$$

Vậy khối lượng nguyên tử ${}_{3}^6\text{Li}$ là :

$$6,013\text{u} + 3,0,000550\text{u} = 6,01465\text{u}$$

9. C.

10. D.