

# 56 PHẢN ỨNG PHÂN HẠCH

## I - MỤC TIÊU

- Nêu được phản ứng phân hạch là gì và viết được một ví dụ về phương trình phản ứng này.
- Nêu được phản ứng dây chuyền là gì và các điều kiện để phản ứng này xảy ra.
- Nêu được các bộ phận chính của nhà máy điện hạt nhân.

## II - CHUẨN BỊ

### Giáo viên

Cố gắng sưu tầm hoặc tự vẽ trên giấy khổ lớn các Hình 56.2, 56.3 và 56.4 SGK.

### Học sinh

Ôn lại kiến thức về phản ứng hạt nhân (Bài 54).

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

### 1. Lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt

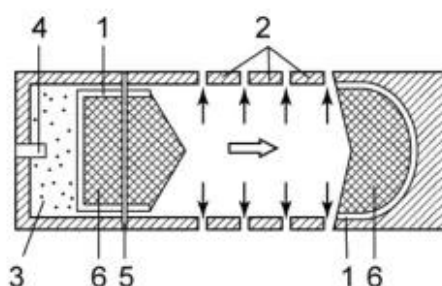
Lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt, TRIGA Mark II, công suất 250 kW do hãng General Atomic (Mĩ) thiết kế và chế tạo, đưa vào hoạt động từ tháng 3 – 1963 cho đến năm 1968 thì ngưng hoạt động. Tháng 3 – 1975, lính Mĩ tháo dỡ toàn bộ các thanh nhiên liệu nên lò không thể vận hành. Với sự giúp đỡ của Liên Xô (cũ) lò phản ứng được khôi phục, mở rộng, nâng cao công suất lên 500 kW và chính thức đi vào hoạt động từ ngày 20 – 3 – 1984.

Trong hơn 20 năm qua lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt hoạt động trung bình khoảng 1300 giờ một năm ở công suất danh định. Mật độ dòng neutron cực đại tại trung tâm của lò đạt đến  $2.10^{13}$  neutron  $\text{cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$ . Lò thường xuyên cung cấp 3 loại đồng vị phóng xạ cho gần 30 khoa, cơ sở y học hạt nhân trong cả nước gồm  $^{32}\text{P}$ ,  $^{131}\text{I}$  và  $^{99}\text{Tc}$  để điều trị các bệnh ngoài da, các bệnh tuyến giáp, tìm các khối u trong não, chẩn đoán các bệnh thuộc cơ quan nội tạng như thận, gan, phổi, hệ tiêu hoá... Những năm gần đây, trên lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt còn sản xuất một số

đồng vị phóng xạ và dược chất đánh dấu mới để điều trị các bệnh về khớp và ung thư xương. Bên cạnh đó, trên lò phản ứng còn sản xuất các chất đánh dấu cho các nghiên cứu sa bồi, trầm tích, khai thác dầu khí, đánh giá hiệu suất các tháp trong công nghiệp hoá chất, dung dịch  $^{131}\text{I}$  phóng xạ cho các nghiên cứu về nước ngầm và rò rỉ các đập chứa nước, sản xuất nguồn khí  $^{131}\text{I}$ ,  $^{60}\text{Co}$  cho các thiết bị đo trong công nghiệp.

Notron trong lò phản ứng và các kênh thí nghiệm nằm ngang còn được sử dụng để phân tích kích hoạt notron. Đây là phương pháp phân tích đa nguyên tố có độ nhạy rất cao. Hàng năm vào khoảng vài nghìn mẫu vật được phân tích trên lò phản ứng Đà Lạt, xác định hàm lượng hàng chục nguyên tố ở mỗi mẫu vật.

2. Quả bom nguyên tử mà máy bay Mĩ ném xuống thành phố Hi-rô-si-ma của Nhật chứa urani  $^{235}\text{U}$  đã được làm giàu có khối lượng tới hạn  $m_{th} \approx 50$  kg. Lúc đầu lượng urani đó được chia làm hai khối ở cách nhau, mỗi khối có khối lượng nhỏ hơn  $m_{th}$  nên không xảy ra phản ứng dây chuyền. Khi dùng thuốc nổ phụ đẩy hai khối đó chập vào nhau, thì khối lượng urani vượt  $m_{th}$  và bom nổ (Hình 56.1).



Hình 56.1. Sơ đồ nguyên tắc bom hạt nhân.

1. Thành phần xạ neutron ; 2. Lỗ hở thoát khí ;
3. Chất nổ phụ ; 4. Ngòi nổ ;
5. Chốt an toàn ; 6. Khối  $^{235}\text{U}$ .

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

GV đặt vấn đề nghiên cứu sự phân hạch và tổ chức hoạt động dạy học theo trình tự như SGK, có kết hợp với các câu hỏi gợi ý để HS thấy vai trò quan trọng của năng lượng hạt nhân. GV yêu cầu HS hiểu được phản ứng dây chuyền và điều kiện xảy ra phản ứng dây chuyền.

Sau khi GV giới thiệu sơ lược nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của phản ứng hạt nhân và nhà máy điện hạt nhân. GV thông tin cho HS biết : nước ta có lò phản ứng hạt nhân ở Đà Lạt và dự kiến tương lai sẽ có nhà máy điện hạt nhân. GV yêu cầu HS về nhà đọc thêm cột phải và mục "Em có biết" ?

Vì nội dung của bài khá trừu tượng, nên GV có thể nói rõ thêm cho HS một số điểm sau :

a) Nguyên tử có hạt nhân và vỏ electron. Năng lượng liên quan đến sự sắp xếp lại các electron trong khi các nguyên tử kết hợp với nhau là năng lượng toả ra

trong các phản ứng hoá học. Năng lượng mà chúng ta đang nghiên cứu là do sự biến đổi các hạt nhân nên đúng ra phải gọi là *năng lượng hạt nhân*, nhưng trong lịch sử nó đã được gọi là *năng lượng nguyên tử*, nên hiện nay có thuật ngữ vẫn giữ cái tên ấy (bom nguyên tử, nhà máy điện nguyên tử...).

b) *Về sự phân hạch của  $^{235}\text{U}$*  thì neutron chậm dễ gây phân hạch hơn, vì dễ bị hạt nhân bắt khi lọt vào hạt nhân, neutron kích thích sự phân hạch. Có hàng trăm cách phân hạch, vì các hạt nhân sinh ra nằm trong một dải rộng các hạt nhân có số khối  $80 < A < 160$  và nguyên tử số  $30 < Z < 64$ . Các hạt nhân sinh ra đều là hạt nhân phóng xạ nên sự phân hạch dây chuyền gây ra nguy hiểm phóng xạ.

Để minh hoạ số neutron tăng rất nhanh khi  $s > 1$ , có thể lấy ví dụ : Nếu  $s = 1,2$  và mỗi phân hạch xảy ra trong  $1/100$  giây, thì từ 1 neutron ban đầu, sau 1 giây đã có  $(1,2)^{100} = 10^8$  neutron, tức là một trăm triệu neutron !

1 gam  $^{235}\text{U}$  phân hạch toả năng lượng  $9.10^9$  J tương đương với khoảng 1,9 tấn xăng.

c) *Phản ứng phân hạch dây chuyền* là phản ứng khi đã được "mồi" thì chính nó lại nuôi nó tiếp tục xảy ra. Trong hoá học có nhiều phản ứng dây chuyền. Ví dụ sự cháy ; ta nung nóng một phần của nhiên liệu, nó cháy và toả ra nhiệt làm phần bên cạnh bị cháy, sự cháy được duy trì.

Với phản ứng phân hạch thì con người không phải "mồi" bằng cách bắn neutron mà chỉ cần rút thanh hấp thụ neutron trong lò phản ứng, hoặc làm chập hai nửa của bom nguyên tử, ngay lập tức số neutron tự do rất nhỏ (luôn luôn tồn tại trong vật chất) sẽ gây ra những phân hạch đầu tiên, và khởi động phản ứng dây chuyền.

d) Để hiểu vấn đề *khối lượng tới hạn* ta xét một khối lượng urani hình cầu bán kính  $R$ . Phản ứng phân hạch xảy ra trong cả *thể tích* hình cầu, nếu trong mỗi đơn vị thể tích có  $a$  neutron sinh ra trong 1 giây thì số neutron sinh ra trong 1 giây là  $\frac{4}{3}\pi R^3 a$ . Neutron thoát ra ngoài qua *diện tích ngoài* của hình cầu. Nếu qua mỗi đơn vị diện tích có  $b$  neutron thoát ra trong 1 giây thì số neutron mất đi trong 1 giây là  $4\pi R^2 b$ . Tỷ lệ "neutron sinh ra/neutron mất đi" là  $p = \frac{R}{3} \cdot \frac{a}{b}$ , càng có lợi cho phản ứng phát triển nếu  $R$  càng lớn, tức là khối lượng càng lớn.

Nhằm đảm bảo  $k \geq 1$  thì  $p$  phải đạt giá trị tối thiểu  $p_{\min}$ ,  $R$  cũng phải đạt giá trị  $R_{\min}$ , giá trị này xác định *khối lượng tới hạn*.

Urani càng giàu  $^{235}\text{U}$  thì  $a$  càng lớn,  $R_{\min}$  càng nhỏ. Ngược lại, với urani thiên nhiên thì  $R_{\min}$  và khối lượng tới hạn lớn tới mức mà ta có thể tích trữ hàng trăm tấn cũng không sợ nổ.

Khối lượng tới hạn xấp xỉ 50 kg  $^{235}\text{U}$ , có thể tích nhỏ, khoảng  $2,6 \text{ dm}^3$ , nên người ta có thể chế tạo các loại đạn có đầu nổ hạt nhân.

e) Ở nhà máy điện hạt nhân, nước nặng  $\text{D}_2\text{O}$  là chất làm chậm rất tốt, vì neutron va chạm vào hạt nhân đơteri mau chóng mất động năng, mà không bị hấp thụ. Nếu dùng nước thường  $\text{H}_2\text{O}$  thì không có lợi vì neutron bị hấp thụ. Vì vậy, nước nặng là vật liệu quý của công nghệ năng lượng hạt nhân, và cả công nghệ làm bom nguyên tử.

Chất tải nhiệt có tính phóng xạ mạnh nên không thể sử dụng trực tiếp mà chỉ chạy trong mạch 1. Nó làm nước trong nồi bốc hơi, hơi làm quay tua bin rồi ngưng tụ, trở lại nồi; như vậy nước chạy trong mạch 2 ít phóng xạ, và các nơi đặt tua bin, máy phát điện cũng ít bị nhiễm xạ (xem SGK).

## 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 4 SGK.

### Bài tập

1. C.
2. C.
3. D.

4. Ta có :

$$W = (m_0 - m)c^2$$

với  $m_0 = m_{\text{U}} + m_{\text{n}} \approx 234,99 + 1,01 \approx 236 \text{ u}$

$$m \approx m_{\text{Mo}} + m_{\text{La}} + 2m_{\text{n}} \approx 235,77 \text{ u}$$

Từ đó :  $W \approx 0,23 \text{ u} \cdot c^2 \approx 214 \text{ MeV}$ .