

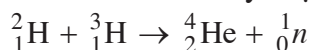
Trong bài trước đã xét một dạng phản ứng hạt nhân toả năng lượng quan trọng - phản ứng vỡ hạt nhân (phân hạch).

Trong bài này xét dạng phản ứng hạt nhân theo một quá trình ngược lại - quá trình tổng hợp hạt nhân.

I - CƠ CHẾ CỦA PHẢN ỨNG NHIỆT HẠCH

1. Phản ứng nhiệt hạch là gì ?

Phản ứng nhiệt hạch là phản ứng trong đó hai hạt nhân nhẹ tổng hợp lại thành một hạt nhân nặng hơn. Thường chỉ xét các hạt nhân có số $A \leq 10$. Ta lấy một ví dụ điển hình :



Dễ dàng tính ra được phản ứng trên đây toả năng lượng :

$$W_{\text{toả}} = 17,6 \text{ MeV/hạt nhân.}$$



C1 Hãy tìm ra kết quả này dựa vào các số liệu cho trong bảng ở cuối sách.

2. Điều kiện thực hiện

a) Để thực hiện được phản ứng nhiệt hạch trước hết phải biến đổi hỗn hợp nhiên liệu chuyển sang trạng thái plasma tạo bởi các hạt nhân và các electron tự do (đưa nhiệt độ lên khoảng 10^4 độ). Sau đó cần phải tạo điều kiện để các hạt nhân ban đầu lại gần nhau, tiếp xúc nhau. Muốn vậy phải tăng tốc các hạt nhân đó để chúng có động năng đủ lớn, thắng được lực đẩy Cu-lông (giữa hai hạt nhân tích điện dương). Khi khoảng cách hai hạt nhân ban đầu nhỏ đến cỡ 10^{-15} m thì lực hạt nhân phát huy tác dụng, vượt trội lực đẩy Cu-lông và xảy ra phản ứng nhiệt hạch. Người ta tính được rằng, để thực hiện được phản ứng nhiệt hạch phải cung cấp cho các hạt nhân ban đầu động năng vào cỡ 10^5 eV. Muốn vậy người ta đã dùng giải pháp tăng nhiệt độ của hỗn hợp plasma. Phép tính cho kết quả là nhiệt độ phải tăng lên đến cỡ 100 triệu độ.

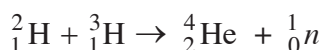
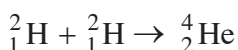
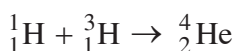
b) Ngoài điều kiện nhiệt độ cao còn hai điều kiện nữa để cho phản ứng nhiệt hạch có thể xảy ra :

- Mật độ hạt nhân trong plasma (n) phải đủ lớn.
- Thời gian duy trì trạng thái plasma (τ) ở nhiệt độ cao (100 triệu độ) phải đủ lớn.

II - NĂNG LƯỢNG NHIỆT HẠCH

Năng lượng toả ra bởi các phản ứng nhiệt hạch được gọi là năng lượng nhiệt hạch.

Người ta chủ yếu quan tâm đến các phản ứng trong đó các hạt nhân hiđrô tổng hợp thành hạt nhân heli.



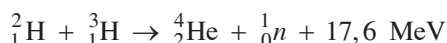
Các phép tính cho thấy rằng, năng lượng toả ra khi tổng hợp 1 g heli gấp 10 lần năng lượng toả ra khi phân hạch 1 g urani, gấp 85 lần năng lượng toả ra khi đốt 1 tấn than.

III - PHẢN ỨNG NHIỆT HẠCH TRÊN TRÁI ĐẤT

1. Trên Trái Đất, loài người đã tạo ra phản ứng nhiệt hạch khi thử quả bom H và đang nghiên cứu tạo ra phản ứng nhiệt hạch có điều khiển.

2. Phản ứng nhiệt hạch có điều khiển

Hiện nay, trong các trung tâm nghiên cứu đều sử dụng đến phản ứng :



Phản ứng này dễ thực hiện một cách đơn lẻ như sau : cho triti ở thể khí bay bám vào một tấm đồng ; các hạt nhân đơteri được gia tốc đến 2 MeV đập vào tấm bia ấy. Phản ứng nhiệt hạch xảy ra với dấu hiệu là sự phát ra hạt neutron năng lượng xác định 14,1 MeV.

Nhưng muốn tạo ra phản ứng nhiệt hạch cho các hạt nhân ${}^2_1\text{H}$ và ${}^3_1\text{H}$ thì phải tiến hành hai việc :

a) Đưa tốc độ các hạt lên rất lớn. Việc này hiện nay có thể tiến hành theo ba cách :

- Đưa nhiệt độ lên cao ;
- Dùng các máy gia tốc ;
- Dùng chùm laze cực mạnh.

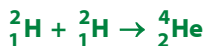
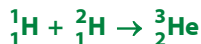
b) “Giam hãm” các hạt nhân đó trong một phạm vi không gian nhỏ hẹp để chúng có thể gặp nhau (trong khoảng thời gian đủ lớn theo tiêu chuẩn Lo-xơ) và gây ra phản ứng nhiệt hạch. Việc “giam hãm” hỗn hợp (D, T)⁽¹⁾ có thể tiến hành theo nhiều cách :

– Hỗn hợp (D, T) đựng trong một hòn bi thủy tinh đường kính 100 μm . Rọi vào đó chùm tia laze cực mạnh có thể “châm ngòi” cho phản ứng nhiệt hạch.

– “Giam hãm” bằng “bẫy từ” : Các hạt nhân D, T được đưa lên nhiệt độ cao (50 ÷ 100 triệu độ) có động năng rất lớn. Người ta cho các hạt nhân D, T này (đều tích điện dương) chuyển động trong lòng một ống dây điện hình xoắn. Dưới tác dụng của từ trường ống dây, các hạt nhân D và T chỉ chuyển động ở khoảng giữa trong lòng ống dây, nghĩa là đã bị “giam hãm” trong một khoảng không gian nhỏ. Tại đó dưới tác dụng của những chùm tia laze cực mạnh có thể tạo ra các phản ứng nhiệt hạch. Thiết bị đó có tên là TOKAMAK.

■ **Phản ứng nhiệt hạch là quá trình trong đó hai hay nhiều hạt nhân nhẹ hợp lại thành một hạt nhân nặng hơn.**

■ **Thực tế chỉ quan tâm đến phản ứng nhiệt hạch tạo nên heli :**



■ **Điều kiện thực hiện phản ứng nhiệt hạch :**

- **Nhiệt độ cao (50 ÷ 100 triệu độ) ;**

(1) Thực ra đây là hỗn hợp các hạt nhân ${}^2_1\text{D}$, ${}^3_1\text{T}$ và các electron – thường gọi là plasma.

- **Năng lượng nhiệt hạch là nguồn gốc năng lượng của hầu hết các sao.**
- **Năng lượng nhiệt hạch trên Trái Đất, với những ưu việt không gây ô nhiễm (sạch) và nguyên liệu dồi dào sẽ là nguồn năng lượng của thế kỉ XXI.**

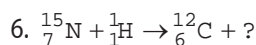
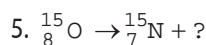
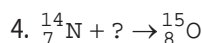
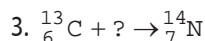
CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



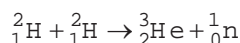
1. Hãy nêu lên các điều kiện để phản ứng nhiệt hạch có thể xảy ra.
2. So sánh (định tính) phản ứng nhiệt hạch và phản ứng phân hạch về các đặc điểm :
 - a) nhiên liệu phản ứng ;
 - b) điều kiện thực hiện ;
 - c) năng lượng toả ra ứng với cùng một khối lượng nhiên liệu ;
 - d) ô nhiễm môi trường.



3. Trên một số sao người ta tìm thấy các hạt nhân cacbon có vai trò xuất phát điểm của một chuỗi phản ứng tổng hợp (được gọi là chu trình CNO). Hãy hoàn chỉnh các phản ứng đó.
 1. ${}^{12}_6\text{C} + ? \rightarrow {}^{13}_7\text{N}$
 2. ${}^{13}_7\text{N} \rightarrow {}^{13}_6\text{C} + ?$



4. Xét phản ứng



a) Xác định năng lượng toả ra bởi phản ứng đó (tính ra MeV và ra J).

b) Tính khối lượng đơteri cần thiết để có thể thu được năng lượng nhiệt hạch tương đương với năng lượng toả ra khi đốt 1 kg than.

Cho biết : ${}^2_1\text{H} = 2,0135\text{u}$

${}^3_2\text{He} = 3,0149\text{u}$

${}^1_0\text{n} = 1,0087\text{u}$

Năng lượng toả ra khi đốt 1 kg than là 30 000 kJ.