

# 54 PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

## I - MỤC TIÊU

- Nêu được phản ứng hạt nhân là gì ?
- Phát biểu được định luật bảo toàn số khối, bảo toàn điện tích và bảo toàn năng lượng toàn phần và định luật bảo toàn động lượng trong phản ứng hạt nhân.
- Viết được phương trình phản ứng hạt nhân và tính được năng lượng toả ra hay thu vào trong phản ứng hạt nhân.

## II - CHUẨN BỊ

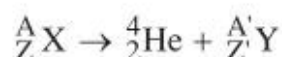
### Học sinh

Ôn lại khái niệm phản ứng hoá học và các định luật bảo toàn đã học trong Cơ học.

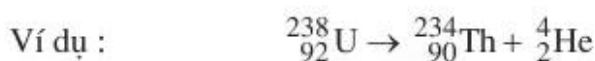
## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

Vận dụng các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân vào hiện tượng phóng xạ, ta có thể suy ra các *quy tắc dịch chuyển*, giúp ta xác định hạt nhân con, khi biết loại phân rã của hạt nhân mẹ.

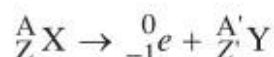
1. *Phóng xạ  $\alpha$* . Hạt nhân mẹ  ${}^A_Z X$  phóng ra hạt  $\alpha$ , tức là  ${}^4_2 \text{He}$ , và biến đổi thành hạt nhân con  ${}^{A'}_{Z'} Y$ . Ta có phương trình :



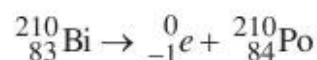
Các định luật bảo toàn số khối và bảo toàn điện tích cho ta :  $A' = A - 4$ , và  $Z' = Z - 2$ . Như vậy : "*So với hạt nhân mẹ thì hạt nhân con "lùi" hai ô trong Bảng tuần hoàn*". ("Lùi" có nghĩa là đi về phía đầu Bảng tuần hoàn). Đó là *quy tắc dịch chuyển của phóng xạ  $\alpha$* .



2. *Phóng xạ  $\beta^-$* . Ta có phương trình :

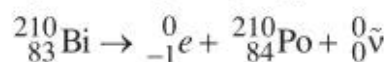


Áp dụng các định luật bảo toàn số khối và bảo toàn điện tích ta có :  $A' = A$ ,  $Z' = Z + 1$ . Vậy *quy tắc dịch chuyển của phóng xạ (phân rã)  $\beta^-$*  là : "*So với hạt nhân mẹ thì hạt nhân con tiến một ô trong Bảng tuần hoàn*". Thế nhưng, khi nghiên cứu phóng xạ  $\beta^-$  của đồng vị bitmut  ${}^{210}_{83} \text{Bi}$ , người ta thấy rằng, nếu phương trình phân rã của hạt nhân bitmut là :

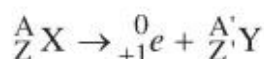


thì sự phân rã không thoả mãn định luật bảo toàn năng lượng toàn phần. Để khắc phục khó khăn này, năm 1933, nhà vật lí học Paoli (Wolfgang Pauli người Thụy Sĩ,

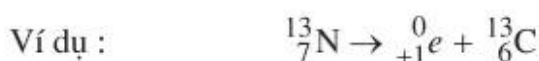
1900 – 1959), đã nêu lên giả thuyết là : Trong phóng xạ  $\beta^-$ , hạt nhân bitmut còn phát ra một hạt nữa, gọi là hạt *phân notrinô*, kí hiệu là  $\tilde{\nu}$  (đọc là nuy). (Hơn hai mươi năm sau, thực nghiệm đã xác nhận giả thuyết này). Hạt  $\tilde{\nu}$  không mang điện, có khối lượng nghỉ bằng không, chuyển động với tốc độ bằng tốc độ ánh sáng. Vì vậy, hạt này hầu như không tương tác với vật chất, do đó, rất khó phát hiện. Như vậy, phương trình đầy đủ của phóng xạ  $\beta^-$  cho bitmut là :



**3. Phóng xạ  $\beta^+$ .** Ta có phương trình :



Áp dụng các định luật bảo toàn số khối và bảo toàn điện tích, ta có :  $A' = A$ ,  $Z' = Z - 1$ . Vậy quy tắc dịch chuyển của phóng xạ  $\beta^+$  là : "So với hạt nhân mẹ thì hạt nhân con lùi một ô trong Bảng tuần hoàn".

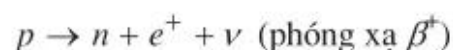
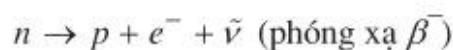


Tương tự như phóng xạ  $\beta^-$ , trong phóng xạ  $\beta^+$ , hạt nhân còn phát ra một hạt nữa, gọi là hạt *notrinô*, kí hiệu  $\nu$ , hạt này cũng không mang điện, có khối lượng nghỉ bằng không và chuyển động với vận tốc ánh sáng, rất khó phát hiện.

**4. Phóng xạ  $\gamma$ .** Phóng xạ này không làm biến đổi hạt nhân, mà đi kèm các phóng xạ  $\alpha$ ,  $\beta$ . Nếu hạt nhân con sinh ra ở trong trạng thái kích thích, thì nó chuyển từ mức kích thích  $E_2$  xuống mức thấp hơn  $E_1$ , đồng thời phóng ra một photon có tần số  $f$  xác định bởi hệ thức  $E_2 - E_1 = hf$ . (Nếu mức  $E_1$  chưa phải là mức cơ bản, thì còn có thêm photon khác phát ra nữa). Bởi vì, đối với hạt nhân, hiệu  $E_2 - E_1$  có trị số rất lớn (lớn hơn của electron hàng triệu lần), nên photon  $\gamma$  phát ra có tần số rất lớn và bước sóng rất nhỏ ( $\lambda < 10^{-11}$  m).

### 5. Chú ý

Như vậy, các phóng xạ  $\beta$  thực chất là sự biến đổi của prôtôn thành notrôn, và ngược lại :

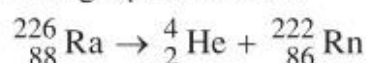


## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Phản ứng hạt nhân

GV đặt vấn đề vào bài như SGK và tổ chức hoạt động theo trình tự như đã nêu trong SGK, có kết hợp yêu cầu HS tham gia trả lời các câu hỏi **C** và các câu hỏi gợi ý khác của GV. Tuy nội dung bài học mang tính thông báo và GV chủ yếu dùng phương pháp diễn giảng, nhưng GV cố gắng lôi cuốn HS tham gia bài học để HS có thể tự lực nắm chắc kiến thức. Sau khi trình bày định nghĩa phản ứng hạt nhân, GV yêu cầu HS trả lời **C1**, **C2**.

**C1** Phóng xạ  $\alpha$  của radii :



Để giúp HS trả lời **C2** GV có thể gợi ý HS :

*Phản ứng hạt nhân và phản ứng hoá học khác nhau ở điểm nào ?* (khác nhau : trong phản ứng hoá học, các hạt nhân nguyên tử (các nguyên tố) không đổi, chỉ sự ghép với nhau thành phân tử là thay đổi, còn trong phản ứng hạt nhân thì chính là các hạt nhân nguyên tử biến đổi, nên nguyên tố này có thể biến đổi thành nguyên tố khác). Sau này, khi học về năng lượng hạt nhân, ta sẽ thấy rằng phản ứng hạt nhân toả ra, hoặc thu vào một lượng năng lượng lớn gấp hàng triệu lần so với phản ứng hoá học.

GV yêu cầu HS chú ý đến các phản ứng hạt nhân tạo nên đồng vị phóng xạ nhân tạo (đôi khi còn gọi là phản ứng hạt nhân nhân tạo), bởi vì nhờ đó có thể tạo ra hàng nghìn đồng vị phóng xạ nhân tạo (đây coi là một phát minh của hai ông bà Giô-li-ô Quy-ri).

### 2. Các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân

GV yêu cầu HS nhắc lại khái niệm hệ kín, vào hỏi HS : Đối với các hệ kín đã học, có thể có các định luật bảo toàn nào ?. Từ đó GV đặt câu hỏi : Nếu xem hệ các hạt tương tác  $A + B$  trong phản ứng hạt nhân là hệ kín thì có thể có các định luật bảo toàn nào ? GV gợi ý HS phát biểu các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân.

Khi trình bày *định luật bảo toàn điện tích*, GV có thể hướng dẫn HS dựa vào định luật bảo toàn điện tích đã học để rút ra phát biểu của định luật đó trong phạm vi phản ứng hạt nhân.

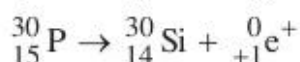
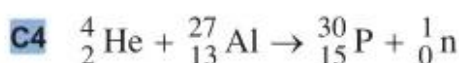
GV lưu ý HS : Một hạt nhân có số khối  $A$  thì có khối lượng *xấp xỉ* bằng  $A$  đơn vị khối lượng nguyên tử. Số khối được bảo toàn trong phản ứng hạt nhân thì

khối lượng cũng *xấp xỉ* được bảo toàn. Nhưng đối với vấn đề năng lượng hạt nhân thì sự tăng lên hay giảm đi dù chỉ một chút của khối lượng cũng thành ra chủ yếu, nên *sự xấp xỉ bảo toàn không còn giá trị nữa* mà phải nhấn mạnh rằng *khối lượng không được bảo toàn*.

GV yêu cầu HS trả lời **C3** và **C4**.

**C3**  $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$

$$z_1 + z_2 = z_3 + z_4$$



Sau đó, GV cho HS tập vận dụng các định luật bảo toàn trong phản ứng cho các loại phóng xạ  $\alpha$ ,  $\beta^+$ ,  $\beta^-$ , cụ thể là yêu cầu HS tập xác định hạt nhân con khi cho biết hạt nhân mẹ và loại phân rã phóng xạ. Ví dụ :

Hạt nhân mẹ	Phóng xạ $\alpha$	Phóng xạ $\beta^-$	Phóng xạ $\beta^+$
	${}^{235}_{92}\text{U}$ ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ ${}^{210}_{84}\text{Po}$	${}^{214}_{82}\text{Pb}$ ${}^{198}_{79}\text{Au}$	${}^{30}_{15}\text{P}$ ${}^{13}_7\text{N}$
Hạt nhân con	${}^{231}_{90}\text{Th}$ ${}^{218}_{84}\text{Po}$ ${}^{206}_{82}\text{Pb}$	${}^{214}_{83}\text{Bi}$ ${}^{198}_{80}\text{Mg}$	${}^{30}_{14}\text{Si}$ ${}^{13}_6\text{C}$

### 3. Năng lượng trong phản ứng hạt nhân

GV đặt vấn đề : Xét phản ứng hạt nhân  $A + B \rightarrow C + D$  và giả thiết các hạt nhân  $A$  và  $B$  đứng yên. Sau đó GV hướng dẫn (bằng cách đặt ra các câu hỏi cụ thể) để HS lập luận như trong SGK. GV lưu ý HS nắm được khái niệm *năng lượng hạt nhân* (đôi khi gọi là năng lượng nguyên tử).

GV nhấn mạnh để HS nắm được : Khi nào xảy ra phản ứng toả năng lượng ? (Khi các hạt nhân sinh ra có độ hụt khối lớn hơn (tức là có năng lượng liên kết riêng lớn hơn) các hạt ban đầu, hay nói cách khác, các hạt sinh ra bền vững hơn các hạt ban đầu).

GV cũng lưu ý HS : khi  $m > m_0$  thì phải làm thế nào để phản ứng có thể xảy ra ?

### 4. Hai loại phản ứng hạt nhân toả năng lượng

GV trình bày như SGK và nêu một số ví dụ cụ thể và yêu cầu HS trả lời **C5**.



**C5** Theo (54.7) SGK, mỗi hạt nhân  $^{235}\text{U}$  bị phân hạch có toả ra năng lượng 185 MeV. Số hạt nhân chứa trong 1 kg urani là  $N = \frac{mN_A}{A}$ , với  $m = 1$  kg,  $A = 235$ .

Tổng năng lượng toả ra là :

$$W = 185N \text{ (MeV)} = 185 \cdot \frac{10^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{235} \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$W \approx 7,58 \cdot 10^{16} \text{ J}$$

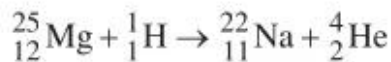
## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

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

### Bài tập

1. D.
2. B.
3.  ${}^{19}_9\text{F} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^{16}_8\text{O} + {}^4_2\text{He}$



4. a)  ${}^{37}_{17}\text{Cl} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^{37}_{18}\text{Ar} + {}^1_0\text{n}$

Hạt X có  $Z = 1, A = 1$ , đó là hạt prôtôn.

$$b) m_0 = m_{\text{Cl}} + m_p = 37,963839 \text{ u}$$

$$m = m_{\text{Ar}} + m_n = 37,965559 \text{ u}$$

Ta thấy  $m > m_0$  : phản ứng thu năng lượng.

Độ lớn của năng lượng thu :

$$W_{\text{thu}} = (m - m_0)c^2 = 0,001720 \text{ u} \cdot c^2$$

$$W_{\text{thu}} \approx 1,6022 \text{ MeV} \approx 2,56 \cdot 10^{13} \text{ J}$$