



## BUỔI 4: PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

### A. LÝ THUYẾT

#### 1. Khám phá (đọc thêm)

Vào đầu thế kỉ XX, các nhà vật lí đã chỉ ra rằng hạt nhân của nguyên tử có khả năng tương tác với nhau và biến đổi thành hạt nhân của nguyên tử khác. Điều này dẫn đến việc biến đổi các nguyên tố hoá học. Tiêu biểu, vào năm 1909, Rutherford đã tiến hành thí nghiệm tạo ra hạt nhân  $^{17}_8\text{O}$  và  $^1_1\text{H}$  khi dùng chùm hạt  $^4_2\text{He}$  (hạt  $\alpha$ ) chiếu vào  $^{14}_7\text{N}$ .

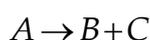


#### 2. Định nghĩa

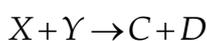
Phản ứng hạt nhân là mọi quá trình dẫn đến sự biến đổi hạt nhân.

#### 3. Phân loại

– Phản ứng hạt nhân tự phát là quá trình tự phân rã của một hạt nhân không bền vững thành các hạt nhân khác bền vững hơn.



– Phản ứng hạt nhân kích thích là quá trình các hạt nhân tương tác với nhau chủ yếu thông qua quá trình va chạm và biến đổi thành các hạt nhân mới.



– Trong đó  $X$  và  $Y$  là các hạt nhân tương tác,  $C$  và  $D$  là các hạt sản phẩm. Một số phản ứng hạt nhân có thể tạo ra nhiều hơn hai hạt sản phẩm.

Em có biết?

Quá trình phóng xạ là phản ứng hạt nhân tự phát.

Em có biết?

Phản ứng phân hạch, nhiệt hạch là phản ứng hạt nhân kích thích.

#### So sánh phản ứng hạt nhân và phản ứng hoá học

Phản ứng hoá học	Phản ứng hạt nhân
Biến đổi các phân tử	Biến đổi các hạt nhân
Biến đổi các nguyên tử	Biến đổi các nguyên tố
Bảo toàn khối lượng nghỉ	Không bảo toàn khối lượng nghỉ

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

Cho phản ứng hạt nhân:  $^{A_1}_{Z_1}\text{A} + ^{A_2}_{Z_2}\text{B} \rightarrow ^{A_3}_{Z_3}\text{C} + ^{A_4}_{Z_4}\text{D}$

Phản ứng hạt nhân này tuân theo 4 định luật bảo toàn sau đây

##### a) Định luật bảo toàn điện tích

Tổng đại số các điện tích của các hạt tương tác bằng tổng đại số các điện tích của các hạt sản phẩm.

$$Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$$

##### b) Định luật bảo toàn số nucleon (bảo toàn số A)

Tổng số nucleon (số khối) của các hạt tương tác bằng tổng số nucleon của các hạt sản phẩm.

$$A_1 + A_2 = A_3 + A_4$$

### c) Định luật bảo toàn năng lượng toàn phần

Tổng năng lượng toàn phần của các hạt tương tác bằng tổng năng lượng toàn phần của các hạt sản phẩm.

$$E_{tt} = E_{sp}$$

### d) Định luật bảo toàn động lượng

Vector tổng động lượng của các hạt tương tác bằng vector tổng động lượng của các hạt sản phẩm.

$$\vec{p}_A + \vec{p}_B = \vec{p}_C + \vec{p}_D$$

## 5. Năng lượng tỏa ra hay thu vào trong phản ứng hạt nhân

– Do tính chất không bảo toàn khối lượng nghi nhưng lại bảo toàn năng lượng toàn phần của hệ trong các phản ứng hạt nhân, nên các phản ứng hạt nhân có thể tỏa ra năng lượng hoặc thu năng lượng tùy theo quan hệ so sánh giữa tổng khối lượng nghi của các hạt tương tác ( $m$ ) và tổng khối lượng nghi của các hạt sản phẩm ( $m$ ).

– Năng lượng tỏa ra hay thu vào của phản ứng:  $E = (m_{tt} - m_{sp})c^2$

+ Trường hợp  $m_{tt} > m_{sp} \Rightarrow E > 0$  thì phản ứng tỏa năng lượng.

+ Trường hợp  $m_{tt} < m_{sp} \Rightarrow E < 0$  thì phản ứng thu năng lượng.

– Điều này có nghĩa là muốn thực hiện được một phản ứng hạt nhân thu năng lượng, ta phải cung cấp năng lượng cho hệ.

## B. BÀI TẬP

**PHẦN I. Câu trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn.** Thí sinh trả lời từ câu 1 đến câu 12. Mỗi câu thí sinh chỉ chọn một phương án.

**Câu 1: [VNA]** Trong phản ứng hạt nhân **không** có sự bảo toàn

A. số nucleon.

B. động lượng.

C. số neutron.

D. năng lượng toàn phần.

**Câu 2: [VNA]** Trong phản ứng hạt nhân **không** có định luật bảo toàn

A. khối lượng.

B. điện tích.

C. số khối.

D. năng lượng toàn phần.

**Câu 3: [VNA]** Hai hạt nhân A và B tham gia phản ứng tạo ra hai hạt nhân C và D có khối lượng thỏa mãn bất phương trình:  $m_A + m_B > m_C + m_D$ . Phản ứng này là

A. phản ứng thu năng lượng, các hạt A, B bền hơn C, D.

B. phản ứng tỏa năng lượng, các hạt A, B bền hơn C, D.

C. phản ứng thu năng lượng, các hạt C, D bền hơn A, B.

D. phản ứng tỏa năng lượng, các hạt C, D bền hơn A, B.

**Câu 4: [VNA]** Cho phản ứng hạt nhân sau:  ${}^2_1\text{H} + {}^A_Z\text{X} \rightarrow 2({}^4_2\text{He}) + {}^1_0\text{n}$ , số khối của nguyên tử X là bao nhiêu?

A. 4.

B. 5.

C. 3.

D. 7.

**Câu 5: [VNA]** Cho phản ứng hạt nhân:  ${}^4_2\text{He} + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^1_1\text{H} + \text{X}$ . Số proton và neutron của hạt nhân X lần lượt là

A. 8 và 9.

B. 9 và 17.

C. 9 và 8.

D. 8 và 17.

**Câu 6: [VNA]** Một trong các phản ứng xảy ra trong lò phản ứng là:  
 ${}^1_0n + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{236}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{143}_{57}\text{La} + {}^{87}_{35}\text{Br} + y({}^1_0n)$  (với  $y$  là số neutron). Giá trị  $y$  bằng

- A. 4.                                      B. 6.                                      C. 8.                                      D. 10.

**Câu 7: [VNA]** Trong một phản ứng hạt nhân, tổng khối lượng nghỉ của các hạt trước phản ứng là  $37,9638 \text{ amu}$  và tổng khối lượng nghỉ các hạt sau phản ứng là  $37,9656 \text{ amu}$ , biết  $1 \text{ amu} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ .

Phản ứng này

- A. tỏa năng lượng  $1,68 \text{ MeV}$ .  
 B. thu năng lượng  $1,68 \text{ MeV}$ .  
 C. thu năng lượng  $16,8 \text{ MeV}$ .  
 D. tỏa năng lượng  $16,8 \text{ MeV}$ .

**Câu 8: [VNA]** Cho phản ứng hạt nhân:  ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + X$ . Năng lượng tỏa ra khi tổng hợp được  $1 \text{ mol}$  helium theo phản ứng này là  $5,2 \cdot 10^{24} \text{ MeV}$  và hằng số Avogadro là  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ . Năng lượng tỏa ra của một phản ứng hạt nhân trên xấp xỉ là

- A.  $17,3 \text{ MeV}$ .                                      B.  $51,9 \text{ MeV}$ .  
 C.  $34,6 \text{ MeV}$ .                                      D.  $69,2 \text{ MeV}$ .

**Câu 9: [VNA]** Cho phản ứng hạt nhân:  ${}^3_1\text{T} + {}^2_1\text{D} \rightarrow \text{He} + X$ . Biết năng lượng liên kết riêng của các hạt nhân tương ứng là:  $\varepsilon_D = 1,1 \text{ MeV/nucleon}$ ,  $\varepsilon_T = 2,83 \text{ MeV/nucleon}$ ,  $\varepsilon_{\text{He}} = 7,10 \text{ MeV/nucleon}$ . Năng lượng tỏa ra của phản ứng hạt nhân này là

- A.  $17,71 \text{ MeV}$ .                                      B.  $18,26 \text{ MeV}$ .  
 C.  $17,25 \text{ MeV}$ .                                      D.  $16,52 \text{ MeV}$ .

**Câu 10: [VNA]** Cho phản ứng hạt nhân:  ${}^2_1\text{D} + {}^2_1\text{D} \rightarrow {}^3_1\text{T} + {}^1_1\text{H}$ . Biết độ hụt khối của các hạt nhân  ${}^3_1\text{T}$  và  ${}^2_1\text{D}$  lần lượt là  $0,0087 \text{ amu}$  và  $0,0024 \text{ amu}$  và  $1 \text{ amu} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ . Coi khối lượng của nguyên tử bằng khối lượng hạt nhân của nó, lấy hằng số Avogadro là  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ . Năng lượng tỏa ra trong phản ứng trên khi dùng hết  $1 \text{ g } {}^2_1\text{D}$  là

- A.  $10,935 \cdot 10^{23} \text{ MeV}$ .                                      B.  $7,266 \text{ MeV}$ .  
 C.  $5,467 \cdot 10^{23} \text{ MeV}$ .                                      D.  $3,633 \text{ MeV}$ .

**Câu 11: [VNA]** Giả sử trong một phản ứng hạt nhân, tổng khối lượng của các hạt trước phản ứng nhỏ hơn tổng khối lượng của các hạt sau phản ứng là  $0,02 \text{ amu}$ . Phản ứng hạt nhân này

- A. tỏa năng lượng  $1,863 \text{ MeV}$ .  
 B. tỏa năng lượng  $18,63 \text{ MeV}$ .  
 C. thu năng lượng  $1,863 \text{ MeV}$ .  
 D. thu năng lượng  $18,63 \text{ MeV}$ .

**Câu 12: [VNA]** Cho phản ứng hạt nhân  ${}^{12}_6\text{C} + \gamma \rightarrow 3 {}^4_2\text{He}$ . Biết khối lượng của  ${}^{12}_6\text{C}$  và  ${}^4_2\text{He}$  lần lượt là  $11,9970 \text{ amu}$  và  $4,0015 \text{ amu}$ , biết  $1 \text{ amu} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ . Năng lượng nhỏ nhất của photon ứng với bức xạ  $\gamma$  để phản ứng xảy ra có giá trị gần nhất với giá trị nào sau đây?

- A.  $7 \text{ MeV}$ .                                      B.  $6 \text{ MeV}$ .  
 C.  $9 \text{ MeV}$ .                                      D.  $8 \text{ MeV}$ .

**PHẦN II. Câu trắc nghiệm đúng sai.** Thí sinh trả lời từ câu 1 và câu 2. Trong mỗi ý a), b), c), d) ở mỗi câu, thí sinh chọn đúng hoặc sai.

**Câu 1: [VNA]** Ngữ liệu: Vào năm 1909, Ernest Rutherford đã tiến hành thí nghiệm tạo ra phản ứng hạt nhân tạo đầu tiên bằng cách dùng chùm hạt alpha ( $He$ ) bắn phá các hạt nhân nitrogen ( ${}^{14}_7N$ ), tạo ra hạt nhân oxygen ( ${}^{17}_8O$ ) và một hạt proton ( ${}^1_1H$ ). Sự kiện này mở ra kỉ nguyên biến đổi nguyên tố hóa học nhân tạo, quá trình mà một hạt nhân có khả năng tương tác và biến đổi thành hạt nhân khác.

Mệnh đề	Đúng	Sai
a) Phản ứng hạt nhân là mọi quá trình dẫn đến sự biến đổi hạt nhân này thành hạt nhân khác, từ đó làm biến đổi các nguyên tố hóa học.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Khác với phản ứng hóa học thông thường, tất cả các phản ứng hạt nhân đều không tuân theo định luật bảo toàn khối lượng nghỉ.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Quá trình phân rã của một hạt nhân không bền vững, cũng như các phản ứng phân hạch và nhiệt hạch, đều được gọi chung là phản ứng hạt nhân tự phát.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Trong phương trình phản ứng của Rutherford, tổng số nucleon của các hạt tương tác bằng tổng số nucleon của các hạt sản phẩm và có giá trị là 18.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Câu 2: [VNA]** Ngữ liệu: Xét phản ứng hạt nhân kích thích khi bắn hạt alpha ( ${}^4_2He$ ) vào hạt nhân Nhôm ( ${}^{27}_{13}Al$ ), tạo ra Phosphorus ( ${}^{30}_{15}P$ ) và hạt X. Gọi  $m_{\#}$  và  $m_{sp}$  lần lượt là tổng khối lượng nghỉ của các hạt trước và sau tương tác;  $c$  là tốc độ ánh sáng trong chân không.

Mệnh đề	Đúng	Sai
a) Tổng số khối của hạt alpha và Nhôm bằng tổng số khối của ${}^{30}_{15}P$ và hạt X.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Tổng khối lượng nghỉ của hệ trước và sau phản ứng luôn không đổi ( $m_{\#} = m_{sp}$ ).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Hạt X sinh ra là hạt proton.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Nếu $m_{\#} > m_{sp}$ thì đây là phản ứng toả năng lượng.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**PHẦN III. Câu trắc nghiệm trả lời ngắn.** Thí sinh trả lời từ câu 1 đến câu 4.

**Câu 1: [VNA]** Khi bắn phá hạt nhân  ${}^{14}_7N$  bằng hạt  $\alpha$ , người ta thu được một hạt proton và một hạt nhân X. Số neutron có trong hạt nhân X bằng bao nhiêu?

Đáp án:

**Câu 2: [VNA]** Cho phản ứng hạt nhân:  ${}^3_1T + {}^2_1D \rightarrow {}^4_2He + X$ . Lấy độ hụt khối của hạt nhân  $T$ , hạt nhân  $D$ , hạt nhân  $He$  lần lượt là  $0,009106 \text{ amu}$ ;  $0,002491 \text{ amu}$ ;  $0,030382 \text{ amu}$ , lấy  $1 \text{ amu} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$  và hằng số Avogadro  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ . Năng lượng tỏa ra của phản ứng xấp xỉ bằng bao nhiêu  $\text{MeV}$  (làm tròn kết quả đến chữ số hàng phần mười)?

**Đáp án:**

**Câu 3: [VNA]** Cho phản ứng hạt nhân:  ${}^6_3Li + {}^2_1H \rightarrow {}^4_2He + X$ . Biết khối lượng các hạt deuterium, liti, helium trong phản ứng trên lần lượt là  $2,01360 \text{ amu}$ ;  $6,01702 \text{ amu}$ ;  $4,00150 \text{ amu}$  lấy  $1 \text{ amu} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$  và hằng số Avogadro  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ . Coi khối lượng của nguyên tử bằng khối lượng hạt nhân của nó. Năng lượng tỏa ra khi có  $1 \text{ g}$  helium được tạo thành theo phản ứng trên là  $x \cdot 10^{10}$  (J). Tìm  $x$  (làm tròn kết quả đến hàng đơn vị).

**Đáp án:**

**Câu 4: [VNA]** Người ta dùng hạt proton có động năng  $1,6 \text{ MeV}$  bắn vào hạt nhân  ${}^7_3Li$  đứng yên, sau phản ứng thu được hai hạt giống nhau có cùng động năng. Giả sử phản ứng không kèm theo bức xạ  $\gamma$ . Biết năng lượng tỏa ra của mỗi phản ứng là  $17,4 \text{ MeV}$ , lấy  $1 \text{ amu} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$  và hằng số Avogadro  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ . Động năng của mỗi hạt sinh ra bằng bao nhiêu  $\text{MeV}$  (làm tròn kết quả đến chữ số hàng phần mười)?

**Đáp án:**

----- HẾT -----