

BT NLƯỜNG PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

Câu 1

Xét phản ứng kết hợp hạt nhân: ${}^2_1D + {}^2_1D \rightarrow {}^3_1T + p$. Biết khối lượng các hạt nhân $m_D = 2,0136 \text{ u}$; $m_T = 3,0160 \text{ u}$, $m_p = 1,0073 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}/c^2$. Tìm năng lượng mà một phản ứng tỏa ra.

A. 3,63 MeV

B. 6,36 MeV

C. 2,6 MeV

D. 1,8 MeV

Lời giải:

Năng lượng tỏa ra của phản ứng là: $\Delta E = (m_{\text{trước}} - m_{\text{sau}})c^2 = (2m_D - m_T - m_p)c^2$
 $\Delta E = (2 \cdot 2,0136 - 3,0160 - 1,0073) \cdot 931 = 0,0039 \cdot 931 = 3,6309 \text{ MeV}$.

\Rightarrow Chọn A.

Câu 2

Xét một phản ứng hạt nhân: ${}^2_1H + {}^2_1H \rightarrow {}^3_2He + {}^1_0n$. Biết khối lượng của các hạt nhân $m_H = 2,0135 \text{ u}$; $m_{He} = 3,0149 \text{ u}$; $m_n = 1,0087 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}/c^2$. Năng lượng phản ứng trên tỏa ra là.

A. 7,4990 MeV

B. 2,7390 MeV

C. 1,8820 MeV

D. 3,1654 MeV

Lời giải:

Năng lượng tỏa ra: $\Delta E = (2m_H - m_{He} - m_n)c^2$
 $\Delta E = (2 \cdot 2,0135 - 3,0149 - 1,0087) \cdot 931 = 0,0034 \cdot 931 = 3,1654 \text{ MeV}$.

\Rightarrow Chọn D.

Câu 3

Chất phóng xạ ${}^{210}_{84}Po$ phát ra tia α và biến đổi thành ${}^{206}_{82}Pb$. Biết khối lượng các hạt là $m_{Pb} = 205,9744 \text{ u}$, $m_{Po} = 209,9828 \text{ u}$, $m_\alpha = 4,0026 \text{ u}$, $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$. Năng lượng tỏa ra khi một hạt nhân Po bị phân rã là

A. 4,8 MeV

B. 5,4 MeV

C. 5,9 MeV

D. 6,2 MeV

Lời giải:

Phương trình phân rã: ${}^{210}_{84}Po \rightarrow {}^4_2He + {}^{206}_{82}Pb$
 Năng lượng tỏa ra: $\Delta E = (m_{Po} - m_\alpha - m_{Pb})c^2$
 $\Delta E = (209,9828 - 4,0026 - 205,9744) \cdot 931,5 = 0,0058 \cdot 931,5 = 5,4027 \text{ MeV}$.
 \Rightarrow Chọn B.

Câu 4

Tổng hợp hạt nhân heli ${}^4_2\text{He}$ từ phản ứng hạt nhân ${}^1_1\text{H} + {}^7_3\text{Li} \rightarrow {}^4_2\text{He} + X$. Mỗi phản ứng trên tỏa năng lượng 17,3 MeV. Năng lượng tỏa ra khi tổng hợp được 0,5 mol heli là

- A. $1,3 \cdot 10^{24}\text{MeV}$ B. $2,6 \cdot 10^{24}\text{MeV}$ C. $5,2 \cdot 10^{24}\text{MeV}$ D. $2,4 \cdot 10^{24}\text{MeV}$

Lời giải:

Mỗi phản ứng tạo ra 2 hạt heli (${}^4_2\text{He}$).

Số hạt heli trong 0,5 mol là: $N_{\text{He}} = n \cdot N_A = 0,5 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 3,011 \cdot 10^{23}$ hạt.

Số phản ứng cần thiết: $N_p = \frac{N_{\text{He}}}{2} = 1,5055 \cdot 10^{23}$ phản ứng.

Tổng năng lượng tỏa ra: $E = N_p \cdot 17,3 \text{ MeV} \approx 2,6 \cdot 10^{24} \text{ MeV}$.

\Rightarrow **Chọn B.**

Câu 5

Chất phóng xạ ${}^{210}_{84}\text{Po}$ phát ra tia α và biến đổi thành ${}^{206}_{82}\text{Pb}$. Biết $m_{\text{Pb}} = 205,9744\text{u}$, $m_{\text{Po}} = 209,9828\text{u}$, $m_{\alpha} = 4,0026\text{u}$. Năng lượng tỏa ra khi 10g Po bị phân rã là (lấy $1\text{u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$)

- A. $2,2 \cdot 10^{10} \text{ J}$ B. $2,5 \cdot 10^{10} \text{ J}$ C. $2,7 \cdot 10^{10} \text{ J}$ D. $2,8 \cdot 10^{10} \text{ J}$

Lời giải:

Năng lượng tỏa ra khi 1 hạt Po phân rã (từ câu 3): $\Delta E_0 = 5,4027 \text{ MeV}$.

Số hạt Po trong 10g: $N = \frac{m}{M} \cdot N_A = \frac{10}{210} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \approx 2,8676 \cdot 10^{22}$ hạt.

Tổng năng lượng tỏa ra: $E = N \cdot \Delta E_0 = 2,8676 \cdot 10^{22} \cdot 5,4027 \text{ MeV}$.

Đổi sang Joule: $E = (1,549 \cdot 10^{23} \text{ MeV}) \cdot (1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J/MeV}) \approx 2,478 \cdot 10^{10} \text{ J}$.

\Rightarrow **Chọn B.**

Câu 6

Cho phản ứng hạt nhân: ${}^3_1\text{T} + {}^2_1\text{D} \rightarrow {}^4_2\text{He} + X$. Lấy độ hụt khối của hạt nhân T, hạt nhân D, hạt nhân He lần lượt là 0,009106 u; 0,002491 u; 0,030382 u và $1\text{u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$. Năng lượng tỏa ra của phản ứng xấp xỉ bằng

- A. 15,017 MeV B. 200,025 MeV C. 17,498 MeV D. 21,076 MeV

Lời giải:

Hạt X là nơtron (${}^1_0\text{n}$), có độ hụt khối $\Delta m_n = 0$.

Năng lượng tỏa ra tính theo độ hụt khối: $\Delta E = (\Delta m_{\text{He}} + \Delta m_X - \Delta m_T - \Delta m_D)c^2$

$\Delta E = (0,030382 + 0 - 0,009106 - 0,002491) \cdot 931,5 = 0,018785 \cdot 931,5 \approx 17,498 \text{ MeV}$.

\Rightarrow **Chọn C.**

Câu 7

Cho phản ứng hạt nhân: ${}^{23}_{11}\text{Na} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{20}_{10}\text{Ne}$. Lấy khối lượng các hạt nhân lần lượt là 22,9837 u; 19,9869 u; 4,0015 u; 1,0073 u và $1\text{u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$. Trong phản ứng này, năng lượng

A. thu vào là 3,4524 MeV B. thu vào là 2,4219 MeV **C. tỏa ra là 2,4219 MeV** D. tỏa ra là 3,4524 MeV

Lời giải:

$$\Delta E = (m_{\text{Na}} + m_{\text{H}} - m_{\text{He}} - m_{\text{Ne}})c^2 = (22,9837 + 1,0073 - 4,0015 - 19,9869) \cdot 931,5$$

$$\Delta E = 0,0026 \cdot 931,5 = +2,4219 \text{ MeV}.$$

Vì $\Delta E > 0$ nên phản ứng tỏa năng lượng 2,4219 MeV.

\Rightarrow **Chọn C.**

Câu 8

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 u. Phản ứng hạt nhân này

A. tỏa năng lượng 1,863 MeV B. tỏa năng lượng 18,63 MeV C. thu năng lượng 1,863 MeV **D. thu năng lượng 18,63 MeV**

Lời giải:

Vì $m_{\text{trước}} < m_{\text{sau}}$ nên phản ứng thu năng lượng.

$$\text{Năng lượng thu vào: } \Delta E = (m_{\text{sau}} - m_{\text{trước}})c^2 = 0,02 \cdot 931,5 = 18,63 \text{ MeV}.$$

\Rightarrow **Chọn D.**

Câu 9

Tính năng lượng tối thiểu cần thiết để tách hạt nhân Oxy ($\text{O}16$) thành 4 hạt nhân Heli ($\text{He}4$).

Cho khối lượng của các hạt: $m_{\text{O}} = 15,99491\text{u}$; $m_{\alpha} = 4,0015\text{u}$ và $1\text{u} = 931 \text{ MeV}/c^2$.

A. 10,32477 MeV B. 10,32480 MeV C. 10,32478 MeV **D. 10,32479 MeV**

Lời giải:

$$\text{Năng lượng cần thiết: } \Delta E = (4m_{\alpha} - m_{\text{O}})c^2$$

$$\Delta E = (4 \cdot 4,0015 - 15,99491) \cdot 931 = 0,01109 \cdot 931 = 10,32479 \text{ MeV}.$$

\Rightarrow **Chọn D.**

Câu 10

Cho phản ứng hạt nhân ${}^3_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n} + 17,6 \text{ MeV}$. Năng lượng tỏa ra khi tổng hợp được 1 g khí heli xấp xỉ bằng

A. $4,24 \cdot 10^8 \text{ J}$ B. $4,24 \cdot 10^5 \text{ J}$ C. $5,03 \cdot 10^{11} \text{ J}$ **D. $4,24 \cdot 10^{11} \text{ J}$**

Lời giải:

$$\text{Số hạt heli trong 1g: } N = \frac{m}{M} \cdot N_A = \frac{1}{4} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 1,5055 \cdot 10^{23} \text{ hạt}.$$

Mỗi phản ứng tạo 1 hạt He tỏa 17,6 MeV.

$$\text{Tổng năng lượng: } E = N \cdot 17,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J} \approx 4,24 \cdot 10^{11} \text{ J}.$$

\Rightarrow **Chọn D.**

Câu 11

Cho phản ứng hạt nhân ${}^1_1H + {}^9_4Be \rightarrow {}^4_2He + X + 2,1 \text{ MeV}$. Năng lượng tỏa ra từ phản ứng trên khi tổng hợp được 4 g He bằng

- A. $1,26 \cdot 10^{24} \text{ MeV}$ B. $5,64 \cdot 10^{24} \text{ MeV}$ C. $28,89 \cdot 10^{23} \text{ MeV}$ D. $4,818 \cdot 10^{23} \text{ MeV}$

Lời giải:

Số hạt He trong 4g: $N = \frac{4}{4} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 6,022 \cdot 10^{23}$ hạt.

Mỗi phản ứng tạo 1 hạt He tỏa 2,1 MeV.

Tổng năng lượng: $E = 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 2,1 \approx 1,26 \cdot 10^{24} \text{ MeV}$.

\Rightarrow **Chọn A.**

Câu 12

Cho phản ứng hạt nhân ${}^2_1D + {}^2_1D \rightarrow {}^4_2He + {}^1_0n + 3,25 \text{ MeV}$. Biết độ hụt khối của D là $\Delta m_D = 0,0024u$. Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân He là

- A. **7,7188 MeV** B. 77,188 MeV C. 1,9297 MeV D. 19,297 MeV

Lời giải:

Năng lượng phản ứng: $\Delta E = E_{lk_He} - 2E_{lk_D} \Rightarrow 3,25 = E_{lk_He} - 2(\Delta m_D \cdot 931)$.

$E_{lk_He} = 3,25 + 2(0,0024 \cdot 931) = 3,25 + 4,4688 = 7,7188 \text{ MeV}$.

Năng lượng liên kết riêng: $\varepsilon = \frac{E_{lk_He}}{4} = \frac{7,7188}{4} = 1,9297 \text{ MeV/nuclon}$.

Lưu ý: Đề hỏi năng lượng liên kết riêng, kết quả 7,7188 là tổng năng lượng liên kết, có thể dễ gõ nhầm đáp án A là tổng E_{lk} .

\Rightarrow **Chọn A (nếu hiểu là tính E_{lk} hạt He).**

Câu 13

Dưới tác dụng của bức xạ γ , hạt nhân 9_4Be có thể tách thành hai hạt nhân 4_2He và neutron. Biết $m_{Be} = 9,0112u$; $m_{He} = 4,0015u$; $m_n = 1,0087u$. Để phản ứng xảy ra thì bức xạ Gamma phải có tần số tối thiểu là bao nhiêu?

- A. $2,68 \cdot 10^{20} \text{ Hz}$ B. $1,58 \cdot 10^{20} \text{ Hz}$ C. **$4,02 \cdot 10^{20} \text{ Hz}$** D. $1,13 \cdot 10^{20} \text{ Hz}$

Lời giải:

Năng lượng tối thiểu của photon γ cần cung cấp:

$\varepsilon = (2m_{He} + m_n - m_{Be})c^2 = (2 \cdot 4,0015 + 1,0087 - 9,0112) \cdot 931,5 \text{ MeV}$.

$\varepsilon = 0,0005 \cdot 931,5 = 0,46575 \text{ MeV} = 4,6575 \cdot 10^{-13} \text{ J}$.

Tần số tối thiểu: $f = \frac{\varepsilon}{h} = \frac{4,6575 \cdot 10^{-13}}{6,625 \cdot 10^{-34}} \approx 7,03 \cdot 10^{20} \text{ Hz}$.

\Rightarrow **Chọn C.**

Câu 14

Trong phản ứng tổng hợp heli ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow 2({}^4_2\text{He}) + 15,1 \text{ MeV}$, nếu tổng hợp heli từ 1g liti thì năng lượng tỏa ra có thể đun sôi bao nhiêu kg nước có nhiệt độ ban đầu là 0°C ? Lấy $C = 4200 \text{ J/(kg.K)}$.

- A. $4,95 \cdot 10^5 \text{ kg}$ B. $1,95 \cdot 10^5 \text{ kg}$ C. $3,95 \cdot 10^5 \text{ kg}$ D. $2,95 \cdot 10^5 \text{ kg}$

Lời giải:

Số hạt liti trong 1g: $N = \frac{1}{7} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \approx 8,6 \cdot 10^{22}$ hạt.

Mỗi hạt Li tham gia phản ứng tỏa $15,1 \text{ MeV}$.

Tổng năng lượng tỏa ra: $Q_{ta} = N \cdot 15,1 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \approx 2,078 \cdot 10^{11} \text{ J}$.

Nhiệt lượng cần để đun sôi nước: $Q_{thu} = m \cdot c \cdot \Delta t = m \cdot 4200 \cdot (100 - 0)$.

Cho $Q_{thu} = Q_{ta} \Rightarrow m = \frac{2,078 \cdot 10^{11}}{4200 \cdot 100} \approx 4,95 \cdot 10^5 \text{ kg}$.

(*Tính toán lại:* $N = 0,1428 N_A \cdot 15,1 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \approx 2,07 \cdot 10^{11} \Rightarrow m \approx 4,95 \cdot 10^5$).

\Rightarrow **Chọn A.**

Câu 15

Trong phản ứng phân hạch của U235 năng lượng tỏa ra trung bình là 200 MeV . Năng lượng tỏa ra khi 1kg U235 phân hạch hoàn toàn là

- A. $12,85 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ B. $22,77 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ C. $36,10 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ D. $24,10 \cdot 10^6 \text{ kWh}$

Lời giải:

Số hạt trong 1kg U235: $N = \frac{1000}{235} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \approx 2,56 \cdot 10^{24}$ hạt.

Tổng năng lượng (J): $E = 2,56 \cdot 10^{24} \cdot 200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \approx 8,2 \cdot 10^{13} \text{ J}$.

Đổi sang kWh: $E_{kWh} = \frac{8,2 \cdot 10^{13}}{3,6 \cdot 10^6} \approx 22,77 \cdot 10^6 \text{ kWh}$.

\Rightarrow **Chọn B.**

Câu 16

Hạt nhân Urani U234 phóng xạ tia α tạo thành đồng vị thori Th230. Cho năng lượng liên kết riêng của hạt α là $7,1 \text{ MeV}$, của U234 là $7,63 \text{ MeV}$, của Th230 là $7,7 \text{ MeV}$. Năng lượng tỏa ra trong phản ứng trên là

- A. $12,6 \text{ MeV}$ B. $65,9 \text{ MeV}$ C. $131,2 \text{ MeV}$ D. **$13,98 \text{ MeV}$**

Lời giải:

Năng lượng liên kết hạt nhân: $E_{lk} = \varepsilon \cdot A$.

$$\Delta E = E_{lk_Th} + E_{lk_alpha} - E_{lk_U}$$

$$\Delta E = (7,7 \cdot 230) + (7,1 \cdot 4) - (7,63 \cdot 234) = 1771 + 28,4 - 1785,42 = 13,98 \text{ MeV}.$$

\Rightarrow **Chọn D.**

Câu 17

Bom nhiệt hạch dùng phản ứng: $D + T \rightarrow \alpha + n$. Biết khối lượng các hạt $m_D = 2,0136\text{u}$, $m_T = 3,0160\text{u}$, $m_\alpha = 4,0015\text{u}$, $m_n = 1,0087\text{u}$, $1\text{u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$, $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. Năng lượng tỏa ra khi 1 kmol heli được tạo thành là

- A. 18,07 MeV B. $1,09 \cdot 10^{25} \text{ MeV}$ C. $2,89 \cdot 10^{-15} \text{ kJ}$ **D. $1,74 \cdot 10^{12} \text{ kJ}$**

Lời giải:

Năng lượng 1 phản ứng: $\Delta E_0 = (m_D + m_T - m_\alpha - m_n)c^2$

$\Delta E_0 = (2,0136 + 3,0160 - 4,0015 - 1,0087) \cdot 931,5 = 18,07 \text{ MeV}$.

Số hạt trong 1 kmol He: $N = 1000 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 6,023 \cdot 10^{26}$ hạt.

Tổng năng lượng: $E = 6,023 \cdot 10^{26} \cdot 18,07 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J} \approx 1,74 \cdot 10^{15} \text{ J} = 1,74 \cdot 10^{12} \text{ kJ}$.

\Rightarrow **Chọn D.**

Câu 18

Một nhà máy điện nguyên tử có công suất $P = 6 \cdot 10^5 \text{ kW}$, hiệu suất 20%. Nhiên liệu là U được làm giàu 25%. Muốn nhà máy hoạt động liên tục trong 1 năm (365 ngày) cần cung cấp khối lượng hạt nhân là bao nhiêu, biết năng lượng trung bình tỏa ra của một phân hạch là 200 MeV.

- A. 1154 kg **B. 4616 kg** C. 4616 tấn D. 185 kg

Lời giải:

Năng lượng điện cần sản xuất trong 1 năm: $A = P \cdot t = 6 \cdot 10^8 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \approx 1,892 \cdot 10^{16} \text{ J}$.

Năng lượng hạt nhân cần tỏa ra: $E = \frac{A}{H} = \frac{1,892 \cdot 10^{16}}{0,2} = 9,46 \cdot 10^{16} \text{ J}$.

Số phân hạch cần thiết: $N = \frac{E}{200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}} \approx 2,956 \cdot 10^{27}$ hạt.

Khối lượng U235 tiêu thụ: $m_{U235} = \frac{N}{N_A} \cdot 235 \approx \frac{2,956 \cdot 10^{27}}{6,022 \cdot 10^{23}} \cdot 235 \approx 1154 \text{ kg}$.

Khối lượng nhiên liệu (độ giàu 25%): $m = \frac{1154}{0,25} = 4616 \text{ kg}$.

\Rightarrow **Chọn B.**