

**Chuyên:**

- ☑ Nhận dạy kèm môn Vật lý từ lớp 6 đến lớp 12
- ☑ Luyện thi THPT Quốc Gia môn Vật lý
- ☑ Luyện thi học sinh giỏi, thi chuyên môn Vật lý
- ☑ Giới thiệu gia sư dạy kèm tại nhà tất cả các môn

thaytruong.vn
0978.013.019 (Th.Trường)
thaytruongcdspgialai

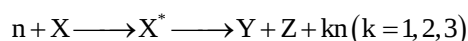
Trên con đường thành công không có dấu chân của kẻ lười biếng!

CHỦ ĐỀ 4. PHẢN ỨNG PHÂN HẠCH. PHẢN ỨNG NHIỆT HẠCH**A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT****I. PHẢN ỨNG PHÂN HẠCH****1. Cơ chế của phản ứng phân hạch****a. Phản ứng phân hạch là gì?**

– Là sự vỡ của một hạt nhân nặng thành 2 hạt nhân trung bình (kèm theo một vài neutron phát ra).

b. Phản ứng phân hạch kích thích

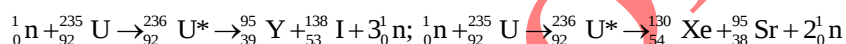
– Chỉ xét các phản ứng phân hạch của các hạt nhân: $^{235}_{92}\text{U}$; $^{238}_{92}\text{U}$; $^{239}_{94}\text{Pu}$.



– Quá trình phân hạch của X là không trực tiếp mà phải qua trạng thái kích thích X^* .

2. Năng lượng phân hạch

– Xét các phản ứng phân hạch:

**a. Phản ứng phân hạch toả năng lượng**

– Phản ứng phân hạch $^{235}_{92}\text{U}$ là phản ứng phân hạch toả năng lượng, năng lượng đó gọi là năng lượng phân hạch.

– Mỗi phân hạch $^{235}_{92}\text{U}$ toả năng lượng 200 MeV.

b. Phản ứng phân hạch dây chuyền

– Giả sử sau mỗi phân hạch có k neutron được giải phóng đến kích thích các hạt nhân $^{235}_{92}\text{U}$ tạo nên những phân hạch mới.

– Sau n lần phân hạch, số neutron giải phóng là kn và kích thích kn phân hạch mới.

+ Khi $k < 1$: phản ứng phân hạch dây chuyền tắt nhanh.

+ Khi $k = 1$: phản ứng phân hạch dây chuyền tự duy trì, năng lượng phát ra không đổi.

+ Khi $k > 1$: phản ứng phân hạch dây chuyền tự duy trì, năng lượng phát ra tăng nhanh, có thể gây bùng nổ.

– Khối lượng tới hạn của $^{235}_{92}\text{U}$ vào cỡ 15kg, $^{239}_{94}\text{Pu}$ vào cỡ 5 kg.

c. Phản ứng phân hạch có điều khiển

– Được thực hiện trong các lò phản ứng hạt nhân, tương ứng hường hợp $k = 1$.

– Để đảm bảo cho $k = 1$, người ta dùng thanh điều khiển có chứa Bo hay cadimi.

– Năng lượng toả ra không đổi theo thời gian.

II. PHẢN ỨNG NHIỆT HẠCH

1. Cơ chế của phản ứng tổng hợp hạt nhân

a. Phản ứng tổng hợp hạt nhân là gì?

- Là quá trình trong đó hai hay nhiều hạt nhân nhẹ ($A \leq 10$) hợp lại thành một hạt nhân nặng hơn.

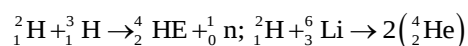
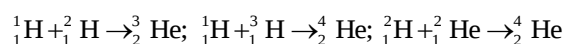
${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$. Phản ứng trên toả năng lượng: $Q_{\text{tỏa}} = 17,6\text{MeV}$

b. Điều kiện thực hiện

- Nhiệt độ từ 50 đến trăm triệu độ.
- Mật độ hạt nhân trong plasma (n) phải đủ lớn.
- Thời gian duy trì trạng thái plasma (τ) phải đủ lớn $n\tau \geq (10^{14} \div 10^{16}) \frac{\text{s}}{\text{cm}^3}$

2. Năng lượng tổng hợp hạt nhân

- Năng lượng toả ra bởi các phản ứng tổng hợp hạt nhân được gọi là năng lượng tổng hợp hạt nhân.
- Thực tế chỉ quan tâm đến phản ứng tổng hợp tạo nên heli



- + Năng lượng toả ra khi tổng hợp 1 (g) heli gấp 10 lần năng lượng toả ra khi phân hạch 1 (g) urani.

3. Phản ứng tổng hợp hạt nhân trên các sao trong vũ trụ

- Năng lượng phát ra từ Mặt Trời và từ hầu hết các sao trong vũ trụ đều có nguồn gốc là năng lượng tổng hợp hạt nhân.

- Quá trình tổng hợp Heli từ hiđrô: $4{}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2{}^0_{-1}\text{e} + 2\nu + 2\gamma$

Phản ứng trên xảy ra ở 30 triệu độ, năng lượng toả ra là 26,8 MeV.

4. Phản ứng tổng hợp hạt nhân trên Trái Đất

a. Phản ứng tổng hợp hạt nhân không điều khiển

Con người đã tạo ra phản ứng tổng hợp hạt nhân khi thử bom H.

b. Phản ứng tổng hợp hạt nhân có điều khiển

- Hiện nay đã sử dụng đến phản ứng: ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^1_0\text{n} + 17,6(\text{MeV})$

- Cần tiến hành 2 việc:

+ Đưa vận tốc các hạt lên rất lớn (bằng nhiệt độ cao, hoặc dùng máy gia tốc, hoặc dùng chùm laze cực mạnh).

- + “Giám hãm” các hạt nhân đó trong một phạm vi nhỏ hẹp để chúng có thể gặp nhau.

c. Ưu việt của năng lượng tổng hợp hạt nhân

- So với năng lượng phân hạch, năng lượng tổng hợp hạt nhân ưu việt hơn:
- + Nhiên liệu dồi dào.
- + Không gây ô nhiễm môi trường.

* **Lưu ý:** Phóng xạ, phân hạch và nhiệt hạch là các phản ứng hạt nhân toả năng lượng.

Dạng 1. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN NĂNG LƯỢNG PHẢN ỨNG PHÂN HẠCH

Năng lượng toàn phần do 1 phân hạch: $\Delta E = (\sum m_i - \sum m_s)c^2 > 0$

Năng lượng toàn phần do N phân hạch: $Q = N \cdot \Delta E$.

$$N = \frac{m(\text{kg})}{0,235(\text{kg})} N_A \text{ nên } Q = \frac{m(\text{kg})}{0,235(\text{kg})} N_A \Delta E$$

Nếu hiệu suất của quá trình sử dụng năng lượng là H thì năng lượng có ích và công suất có ích lần lượt là:

$$\begin{cases} A_i = HQ = H \frac{m(\text{kg})}{0,235(\text{kg})} N_A \Delta E \\ P_i = \frac{A_i}{t} \end{cases}$$

Ví dụ 1: Phản ứng phân hạch của Urani 235 là: ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{42}^{95}\text{Mo} + {}_{57}^{139}\text{La} + 2{}_0^1\text{n} + 7{}_0^0\text{e}^-$ Cho biết khối lượng của các hạt nhân là: $m_u = 234,99\text{u}$; $m_{\text{Mo}} = 94,88\text{u}$; $m_{\text{La}} = 138,87\text{u}$; $m_n = 1,01\text{u}$, $m_e \approx 0$ và $1\text{uc}^2 = 931 \text{ MeV}$. Năng lượng một phân hạch toả ra là

A. 216,4 (MeV). B. 227,14 (MeV). C. 214,13 (MeV). D. 227,18 (MeV).

Hướng dẫn

$$\Delta E = (\sum m_i - \sum m_s)c^2 = 214,13(\text{MeV}) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 2: Trong phản ứng phân hạch hạt nhân U235, năng lượng trung bình toả ra khi phân chia một hạt nhân là 214 (MeV). Tính năng lượng toả ra trong quá trình phân hạch 1 (g) hạt nhân U235 trong lò phản ứng. Cho biết số Avôgadrô $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$, $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ (J)}$.

A. $8,8 \cdot 10^4 \text{ (J)}$. B. $8,7 \cdot 10^{10} \text{ (J)}$. C. $8,8 \cdot 10^{10} \text{ (J)}$. D. $5,5 \cdot 10^{10} \text{ (J)}$.

Hướng dẫn

$$Q = N \Delta E = \frac{m(\text{kg})}{0,235(\text{kg})} N_A \Delta E = \frac{0,001(\text{kg})}{0,235(\text{kg})} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 214 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \approx 8,8 \cdot 10^{10} \text{ (J)}$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 3: (THPTQG – 2017) Cho rằng khi một hạt nhân urani U235 phân hạch thì toả ra năng lượng trung bình là 200 MeV. Lấy $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, khối lượng mol của urani U235 là 235 g/mol. Năng lượng toả ra khi phân hạch hết 1 kg urani U235 là

A. $5,12 \cdot 10^{26} \text{ MeV}$. B. $51,2 \cdot 10^{26} \text{ MeV}$. C. $2,56 \cdot 10^{15} \text{ MeV}$. D. $2,56 \cdot 10^{16} \text{ MeV}$

Hướng dẫn

$$* \text{ Tính } Q = N \Delta E = \frac{m}{235} N_A \Delta E = \frac{1000}{235} / 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 200 = 5,13 \cdot 10^{26} \text{ (MeV)}$$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 4: Trong phản ứng phân hạch hạt nhân U235, năng lượng trung bình toả ra khi phân chia một hạt nhân là 200 (MeV). Nếu 40% năng lượng này biến thành điện năng thì điện năng bằng bao nhiêu (KWh) khi phân hạch hết 500 (kg) U235. Cho biết số Avôgadrô $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$.

A. $4,55 \cdot 10^9 \text{ (kWh)}$. B. $4,54 \cdot 10^9 \text{ (kWh)}$ C. $4,56 \cdot 10^9 \text{ (kWh)}$. D. $4,53 \cdot 10^9 \text{ (kWh)}$.

Hướng dẫn

$$A_i = HQ = \frac{m(\text{kg})}{0,235(\text{kg})} N_A \cdot \Delta E$$

$$A_i = 0,4 \cdot \frac{500}{0,235} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \cdot \frac{1\text{kWh}}{36 \cdot 10^5} \approx 4,56 \cdot 10^9 (\text{kWh}) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 5: Một nhà máy điện hạt nhân dùng năng lượng phân hạch của hạt nhân U235 với hiệu suất 30%. Trung bình mỗi hạt U235 phân hạch toả ra năng lượng 200 MeV. Trong 365 ngày hoạt động nhà máy tiêu thụ một khối lượng U235 nguyên chất là 2461 kg. Cho biết số Avôgadrô $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$. Tính công suất phát điện.

- A. 1919 MW. B. 1920 MW. C. 1921 MW. D. 1922 MW.

Hướng dẫn

$$P_i = \frac{A_i}{t} = \frac{1}{t} H \frac{m(\text{kg})}{0,235(\text{kg})} N_A \Delta E$$

$$P_i = \frac{1}{365 \cdot 86400} \cdot 0,3 \cdot \frac{2461}{0,235} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \approx 1920 \cdot 10^6 (\text{W})$$

$\Rightarrow$ Chọn B.

Ví dụ 6: Một tàu ngầm có công suất 160 KW, dùng năng lượng phân hạch của hạt nhân U235 với hiệu suất 20%. Trung bình mỗi hạt U235 phân hạch toả ra năng lượng 200 MeV. Hỏi sau bao lâu tiêu thụ hết 0,5 kg U235 nguyên chất? Coi $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$.

- A. 592 ngày. B. 593 ngày. C. 594 ngày. D. 595 ngày.

Hướng dẫn

$$\text{Từ } P_i = \frac{A_i}{t} = \frac{1}{t} H \frac{m(\text{kg})}{0,235(\text{kg})} N_A \Delta E \Rightarrow t = \frac{H \frac{m(\text{kg})}{0,235(\text{kg})} N_A \Delta E}{P_i}$$

$$\Rightarrow t = \frac{0,2 \cdot \frac{0,5(\text{kg})}{0,235(\text{kg})} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}}{160 \cdot 10^3} \times \frac{1(\text{ngày})}{86400} \approx 593 (\text{ngày}) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Ví dụ 7: Một nhà máy điện hạt nhân có công suất phát điện P, dùng năng lượng phân hạch của hạt nhân U235 với hiệu suất H. Trung bình mỗi hạt U235 phân hạch toả ra năng lượng ΔE . Hỏi sau thời gian t hoạt động nhà máy tiêu thụ số nguyên tử U235 nguyên chất là bao nhiêu.

- A. $(P \cdot t) \cdot (H \cdot \Delta E)$. B. $(H \cdot \Delta E) / (P \cdot t)$. C. $(P \cdot H) / (\Delta E \cdot t)$. D. $(P \cdot t \cdot H) / (\Delta E)$

Hướng dẫn

Năng lượng có ích: $A_i = Pt$

Năng lượng có ích 1 phân hạch : $Q_i = H \cdot \Delta E$

$$\Rightarrow N = \frac{A_i}{Q_i} = \frac{Pt}{H \cdot \Delta E} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 8: Một nhà máy điện hạt nhân có công suất phát điện P (W), dùng năng lượng phân hạch của hạt nhân U235 với hiệu suất H. Trung bình mỗi hạt U235 phân hạch toả ra năng lượng AE (J). Hỏi sau thời gian t (s) hoạt động nhà máy tiêu thụ bao nhiêu kg U235 nguyên chất. Gọi N_A là số Avogadro.

- A. $(P \cdot t \cdot 0,235) / (H \cdot \Delta E \cdot N_A)$. B. $(H \cdot \Delta E \cdot 235) / (P \cdot t \cdot N_A)$.

$$C. (P.H.235)/(\Delta E.t.N_A).$$

$$D. (P.t.235)/(H. \Delta E.N_A).$$

Hướng dẫn

Năng lượng có ích: $A_i = Pt$

Năng lượng có ích 1 phân hạch : $Q_i = H.\Delta E$

$$\text{Suy ra } N = \frac{A_i}{Q_i} = \frac{Pt}{H.\Delta E}$$

$$\text{Số kg U cần phân hạch: } m = \frac{N}{N_A}.0,235 = \frac{Pt.0,235}{N_A.H.\Delta E} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 9: (ĐH – 2013) Một lò phản ứng phân hạch có công suất 200 MW. Cho rằng toàn bộ năng lượng mà lò phản ứng này sinh ra đều do sự phân hạch của ^{235}U và đồng vị này chỉ bị tiêu hao bởi quá trình phân hạch. Coi mỗi năm có 365 ngày; mỗi phân hạch sinh ra 200 MeV; số Avôgađrô $N_A = 6,023.10^{23} \text{ mol}^{-1}$. Khối lượng ^{235}U mà lò phản ứng tiêu thụ trong 3 năm là:

A. 461,6 g.

B. 461,6 kg.

C. 230,8 kg.

D. 230,8 g.

Hướng dẫn

Năng lượng do phân hạch sinh ra trong 3 năm:

$$A_{tp} = A_{ich} = P_{ich}.t = 200.10^6.3.365.86400 = 1,89216.10^{16} \text{ (J).}$$

Vì mỗi phân hạch tỏa $\Delta E = 200 \text{ MeV} = 3,2.10^{-11} \text{ u (J)}$ nên số hạt ^{235}U cần phân hạch là: N

$$= \frac{N}{N_A} A = \frac{5,913.10^{26}}{6,02.10^{23}}.0,235 = 230,8 \text{ (kg)} \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 10: (THPTQG – 2017) Giả sử, một nhà máy điện hạt nhân dùng nhiên liệu urani ^{235}U . Biết công suất phát điện là 500 MW và hiệu suất chuyển hóa năng lượng hạt nhân thành điện năng là 20%. Cho rằng khi một hạt nhân urani ^{235}U phân hạch thì tỏa ra năng lượng là $3,2.10^{-11} \text{ J}$. Lấy $N_A = 6,023.10^{23}$ và khối lượng mol của ^{235}U là 235 g/mol. Nếu nhà máy hoạt động liên tục thì lượng urani ^{235}U mà nhà máy cần dùng trong

A. 962 kg.

B. 1121 kg.

C. 1352,5kg.

D. 1421 kg.

Hướng dẫn

* Năng lượng do phân hạch sinh ra trong 1 năm:

$$A_{tp} = A_{ich}.100/20 = 5P_{ich}.t = 5.500.10^6.365.86400 = 7,884.10^{16} \text{ (J).}$$

* Mỗi phân hạch tỏa $\Delta E = 3,2.10^{-11} \text{ (J)}$ nên số hạt phân hạch: $N = \frac{A_{tp}}{\Delta E} = 2,46375.10^{27}$

$$\text{* Khối lượng } ^{235}\text{U: } m = \frac{N}{N_A} A = \frac{2,46375.10^{27}}{6,02.10^{23}}.0,235 = 962 \text{ (kg)} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 11: Một nhà máy điện nguyên tử có công suất phát điện 182.10^7 (W) , dùng năng lượng phân hạch của hạt nhân ^{235}U với hiệu suất 30%. Trung bình mỗi hạt ^{235}U phân hạch tỏa ra năng lượng 200 (MeV). Hỏi trong 365 ngày hoạt động nhà máy tiêu thụ một khối lượng ^{235}U nguyên chất là bao nhiêu, số Avôgađrô là $6,022.10^{23}$

A. 2333 kg.

B. 2461 kg.

C. 2362kg.

D. 2263 kg.

Hướng dẫn

Năng lượng có ích: $A_i = Pt$.

Năng lượng có ích: $Q_i = H.\Delta E$

Số hạt cần phân hạch: $N = \frac{A_i}{Q_i} = \frac{Pt}{H.\Delta E}$.

Khối lượng U235 cần phân hạch: $m = \frac{N}{N_A} . 0,235 = \frac{Pt.0,235}{N_A.H.\Delta E} \approx 2333(\text{kg})$

$\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 12: Một nhà máy điện hạt nhân có công suất phát điện 1920 (MW) dùng năng lượng phân hạch của hạt nhân U235 với hiệu suất 30%. Trung bình mỗi hạt U235 phân hạch toả ra năng lượng $3,2.10^{11}$ (J). Nhiên liệu dùng là hợp kim chứa U235 đã làm giàu 36%. Hỏi trong 365 ngày hoạt động nhà máy tiêu thụ một khối lượng nhiên liệu là bao nhiêu. Coi $N_A = 6,022.10^{23}$.

A. 6,9 (tấn).

B. 6,6 (tấn).

C. 6,8 (tấn).

D. 6,7 (tấn).

Hướng dẫn

Khối lượng U235 cần phân hạch: $m = \frac{Pt.0,235}{N_A.H.\Delta E} \approx 2461$ (kg)

Khối lượng nhiên liệu cần phân hạch: $2461. \frac{100}{36} \approx 6,8.10^3$ (kg) $\Rightarrow$ Chọn C.

Dạng 2. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN NĂNG LƯỢNG PHẢN ỨNG NHIỆT HẠCH

1. Năng lượng phản ứng nhiệt hạch

Năng lượng toàn phần do 1 phản ứng: $\Delta E = (\sum m_i - \sum m_s) c^2 > 0$.

Năng lượng toàn phần do N phản ứng: $Q = N\Delta E$.

Nếu cứ 1 phản ứng có k hạt X thì số phản ứng: $N = \frac{N_X}{k} = \frac{1}{k} \frac{m_X}{A_X} N_A$

Nước trong tự nhiên chứa 0,015% nước nặng D_2O , số hạt D có trong m = VD khối lượng nước tự nhiên:

$$N_D = 2N_{D_2O} = 2 \frac{m_{D_2O}}{20} N_A = 2 \frac{m.0,015\%}{20} N_A = 2 \frac{VD.0,015\%}{20} N_A$$

Ví dụ 1: Tính năng lượng được giải phóng khi tổng hợp hai hạt nhân đơteri thành một hạt α trong phản ứng nhiệt hạch? Cho biết khối lượng của các hạt: $m_D = 2,01402u$; $m_\alpha = 4,0015u$; $1uc^2 = 931$ (MeV).

A. 26,4 (MeV).

B. 27,4 (MeV).

C. 24,7 (MeV).

D. 27,8 (MeV).

Hướng dẫn

$$^2_1D + ^2_1D \rightarrow ^4_2He \Rightarrow Q = (2m_D - m_H) c^2 = 24,7(\text{MeV}) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 2: (CĐ–2010) Cho phản ứng hạt nhân $^3_1H + ^2_1H \rightarrow ^4_2He + ^1_0n + 17,6 \text{ MeV}$. Lấy số Avôgađrô $N_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $1\text{MeV} = 1,6.10^{-13} \text{ J}$. Năng lượng toả ra khi tổng hợp được 1 g khí heli xấp xỉ bằng

A. $4,24.10^8 \text{ J}$.

B. $4,24.10^5 \text{ J}$.

C. $5,03.10 \text{ nJ}$.

D. $4,24.10^{11} \text{ J}$.

Hướng dẫn

$$\text{Số phản ứng bằng ô hạt He: } N = N_{\text{He}} = \frac{m_{\text{He}}}{A_{\text{He}}} N_A = \frac{1}{4} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 1,505 \cdot 10^{23}$$

$$Q = N \Delta E = 1,505 \cdot 10^{23} \cdot 17,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \approx 4,24 \cdot 10^{11} \text{ (J)} \Rightarrow \text{Chọn D}$$

Ví dụ 3: (THPTQG – 2017) Cho phản ứng hạt nhân: ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{X}$. Năng lượng tỏa ra khi tổng hợp được 1 mol heli theo phản ứng này là $5,2 \cdot 10^{24}$ MeV. Lấy $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. Năng lượng tỏa ra của một phản ứng hạt nhân trên là

- A. 69,2 MeV. B. 34,6 MeV. C. 17,3 MeV. D. 51,9 MeV.

Hướng dẫn

* Từ ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{X}$ ta thấy cứ có 1 phản ứng thì tạo thành 2 hạt nhân He nên số phản ứng = 0,5 lần số hạt nhân He = $0,5 N_A$.

* Gọi ΔE là năng lượng tỏa ra sau 1 phản ứng thì khi tổng hợp được 1 mol He năng lượng tỏa ra:

$$Q = 0,5 N_A \Delta E \Rightarrow 5,2 \cdot 10^{24} = 0,5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \Delta E \Rightarrow \Delta E = 17,3 \text{ (MeV)}$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 4: Cho phản ứng hạt nhân: $\text{D} + \text{D} \rightarrow \text{T} + \text{p} + 5,8 \cdot 10^{-13} \text{ (J)}$. Nước trong tự nhiên chứa 0,015% nước nặng D_2O . Cho biết khối lượng mol của D_2O bằng 20 g/mol số Avôgađrô $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$. Nếu dùng toàn bộ D có trong 1 (kg) nước để làm nhiên liệu cho phản ứng trên thì năng lượng thu được là:

- A. $2,6 \cdot 10^9 \text{ (J)}$. B. $2,7 \cdot 10^9 \text{ (J)}$. C. $2,5 \cdot 10^9 \text{ (J)}$. D. $5,2 \cdot 10^9 \text{ (J)}$.

Hướng dẫn

Số phản ứng bằng một nửa số hạt D:

$$N = \frac{1}{2} N_D = \frac{1}{2} \cdot 2 N_{\text{D}_2\text{O}} = \frac{m_{\text{D}_2\text{O}}}{20} \cdot N_A = \frac{10^3 \text{ (g)} \cdot 0,015\%}{20} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 4,51 \cdot 10^{21}$$

$$Q = N \Delta E = 4,51 \cdot 10^{21} \cdot 5,8 \cdot 10^{-13} \approx 2,6 \cdot 10^9 \text{ (J)} \Rightarrow \text{Chọn A}$$

2. Bức xạ năng lượng của Mặt Trời, các sao

Nếu trong thời gian t , khối lượng Mặt Trời giảm do bức xạ là m thì năng lượng bức xạ toàn phần và công

suất bức xạ toàn phần lần lượt là:
$$\begin{cases} E = mc^2 \\ P = \frac{E}{t} = \frac{mc^2}{t} \Rightarrow m = \frac{Pt}{c^2} \end{cases}$$

Phần trăm khối lượng bị giảm sau thời gian t là: $h = \frac{m}{M}$, với M là khối lượng của Mặt Trời.

Ví dụ 1: (ĐH – 2007) Do sự phát bức xạ nên mỗi ngày (86400 s) khối lượng Mặt Trời giảm một lượng $3,744 \cdot 10^{14} \text{ kg}$. Biết tốc độ ánh sáng trong chân không là $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Công suất bức xạ (phát xạ) trung bình của Mặt Trời bằng

- A. $3,9 \cdot 10^{20} \text{ MW}$. B. $4,9 \cdot 10^{40} \text{ MW}$. C. $5,9 \cdot 10^{10} \text{ MW}$. D. $3,9 \cdot 10^{15} \text{ MW}$.

Hướng dẫn

$$P = \frac{E}{t} = \frac{mc^2}{t} = 3,9 \cdot 10^{26} \text{ (W)} \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Ví dụ 2: Mặt Trời có khối lượng 2.10^{30} (kg) và công suất bức xạ $3,8.10^{26}$ (W). Nếu công suất bức xạ không đổi thì sau một tỉ năm nữa, phần khối lượng giảm đi là bao nhiêu phần trăm của khối lượng hiện nay. Xem 1 năm có 365,2422 ngày và tốc độ ánh sáng trong chân không 3.10^8 (m/s).

- A. 0,005%. B. 0,006%. C. 0,007%. D. 0,008%.

Hướng dẫn

$$h = \frac{m}{M} = \frac{Pt}{Mc^2} = \frac{3,8.10^9.365,2422.86400}{2.10^{30}.9.10^{16}} \approx 0,007\% \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 6: Mặt Trời có khối lượng 2.10^{30} (kg) và công suất bức xạ toàn phần là $3,9.10^{26}$ (W). Nếu công suất bức xạ không đổi thì sau bao lâu khối lượng giảm đi 0,01%? Xem 1 năm có 365,2422 ngày.

- A. 0,85 tỉ năm. B. 1,46 tỉ năm. C. 1,54 tỉ năm. D. 2,12 tỉ năm.

Hướng dẫn

$$\frac{0,01}{100} = h = \frac{Pt}{mc^2} \Rightarrow t = \frac{10^{-4}.2.10^{30}.9.10^{16}}{3,9.10^{26}} (s) \times \frac{1(\text{nam})}{365,2422.86400} \approx 1,46.10^9 (\text{năm})$$

Ví dụ 7: Mặt trời có công suất bức xạ toàn phần $3,8.10^{26}$ (W). Giả thiết sau mỗi giây trên Mặt Trời có 200 (triệu tấn) Heli được tạo ra do kết quả của chu trình cacbon — nitơ $4^1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2e^+$. Chu trình này đóng góp bao nhiêu phần trăm vào công suất bức xạ của Mặt Trời. Biết mỗi chu trình tỏa ra năng lượng 26,8 MeV.

- A. 32%. B. 33%. C. 34%. D. 35%.

Hướng dẫn

Trong một giây, số hạt nhân Heli tạo thành là: $N = \frac{200.10^6.10^6 (g)}{4} : 6,023.10^{23} = 3,0115.10^{37}$

Trong một giây chu trình đó bức xạ ra một năng lượng là: $Q_t = N.26,8.1,6.10^{-13} \approx 129.10^{24} (J)$

Công suất bức xạ của chu trình này là: $P_t = \frac{Q_t}{t} = 129.10^{24} (W)$.

Chu trình này đóng góp số phần trăm vào công suất bức xạ của Mặt Trời là:

$$\frac{P_t}{P} . 100\% = \frac{129.10^{24} (W)}{3,8.10^{26}} . 100\% \approx 34\% \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Ví dụ 8: Giả sử ở một ngôi sao, sau khi chuyển hóa toàn bộ hạt nhân hiđrô thành hạt nhân ${}^4_2\text{He}$ thì ngôi sao lúc này chỉ có ${}^4_2\text{He}$ với khối lượng $4,6.10^{32}$ kg. Tiếp theo đó, ${}^4_2\text{He}$ chuyển hóa thành hạt nhân ${}^{12}_6\text{C}$ thông qua quá trình tổng hợp ${}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + 7,27\text{MeV}$. Coi toàn bộ năng lượng tỏa ra từ quá trình tổng hợp này đều được phát ra với công suất trung bình là P. Cho biết: 1 năm bằng 365,25 ngày, khối lượng mol của ${}^4_2\text{He}$ là 4g/mol, số A-vô-ga-đrô $N_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $1\text{eV} = 1,6.10^{-19} \text{ J}$. Thời gian để chuyển hóa hết ${}^4_2\text{He}$ ở ngôi sao này thành ${}^{12}_6\text{C}$ vào khoảng 160 triệu năm. Tính P.

- A. 5,3.1030 W. B. 4,6.1030 W. C. 4,5.1035 W. D. 4,8.1032 W.

Hướng dẫn

* Số hạt nhân He: $N = \frac{m}{A} . N_A$

* Cứ 1 phản ứng cần 3 hạt nhân He nên số phản ứng $N/3$.

* Năng lượng tỏa ra: $Q = \frac{N}{3} \Delta E = \frac{m N_A}{3A} \Delta E$

* Thời gian: $t = \frac{Q}{P} = \frac{m N_A}{3.A.P} \Delta E \Leftrightarrow 160.10^6 .365,25.86400 = \frac{4,6.10^{32} .6,02.10^{23} .7,27.1,6.10^{-13}}{3,4.10^{-3} P}$

$\Rightarrow P = 5,3.10^{30} (W) \Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 9: (THPTQG – 2016): Giả sử ở một ngôi sao, sau khi chuyển hóa toàn bộ hạt nhân hiđrô thành hạt nhân ${}^4_2\text{He}$ thì ngôi sao lúc này chỉ có ${}^4_2\text{He}$ với khối lượng $4,6.10^{32} \text{ kg}$. Tiếp theo đó, ${}^4_2\text{He}$ chuyển hóa thành hạt nhân ${}^{12}_6\text{C}$ thông qua quá trình tổng hợp ${}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + 7,27 \text{ MeV}$. Coi toàn bộ năng lượng tỏa ra từ quá trình tổng hợp này đều được phát ra với công suất trung bình là $5,3.10^{30} \text{ W}$. . Cho biết: 1 năm bằng 365,25 ngày, khối lượng mol của ${}^4_2\text{He}$ là 4 g/mol , số A-vô-ga-đrô $N_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $1 \text{ eV} = 1,6.10^{-19} \text{ J}$. Thời gian để chuyển hóa hết ${}^4_2\text{He}$ ở ngôi sao này thành ${}^{12}_6\text{C}$ vào khoảng

- A. 481,5 triệu năm B. 481,5 nghìn năm. C. 160,5 nghìn năm D. 160,5 triệu năm.

Hướng dẫn

* Số hạt nhân He: $N = \frac{m}{A} N_A = \frac{4,6.10^{32} .10^3}{4} .6,02.10^{23} = 6,923.10^{58}$

*Cứ 1 phản ứng cần 3 hạt nhân He nên số phản ứng $N/3$.

* Năng lượng tỏa ra: $Q = \frac{N}{3} \Delta E = \frac{6,923.10^{58}}{3} .7,27.1,6.10^{-13} (J)$

* Thời gian: $t = \frac{Q}{P} = \frac{6,923.10^{58} .7,27.1,6.10^{-13}}{3,5.3.10^{30}} (s) . \frac{1 \text{ nam}}{365,25.86400(s)} = 160,5.10^6 (\text{nam})$

$\Rightarrow$ Chọn D.

Khái quát:

* Bước 1: Tìm số hạt: $N = \frac{m}{A} N_A$

* Bước 2: Tìm số phản ứng: $N_{pu} = \frac{N}{k}$

* Bước 3: Tìm năng lượng: $Q = N_{pu} \Delta E$

* Bước 4: Tìm thời gian: $t = \frac{Q}{P}$

Điểm nhấn:

1) Trong phóng xạ alpha nếu viết phương trình phóng xạ: $A \rightarrow B + \alpha$ thì $\begin{cases} \Delta E = W_B + W_\alpha \\ m_B W_B = m_\alpha W_\alpha \end{cases}$

2) Nếu hiệu suất của quá trình sử dụng năng lượng phân hạch U235 là H thì năng lượng có ích và công

suất có ích lần lượt là: $\begin{cases} A_i = HQ = H \frac{m(\text{kg})}{0,235(\text{kg})} N_A . \Delta E \\ P_i = \frac{A_i}{t} \end{cases}$

BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM LUYỆN TẬP

Bài 1: Phản ứng phân hạch của Urani 235 là: ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{53}^{139}\text{I} + {}_{39}^{94}\text{Y} + {}_0^1\text{n}$. Cho biết khối lượng của các hạt nhân là: $m_{\text{U}} = 234,99332\text{u}$; $m_{\text{I}} = 138,897\text{u}$; $m_{\text{Y}} = 93,89014\text{u}$; $m_{\text{n}} = 1,008665\text{u}$ và $1\text{uc}^2 = 931,5\text{ MeV}$. Năng lượng một phân hạch toả ra là

- A. 175,9 (MeV). B. 227,4 (MeV). C. 178,3 (MeV). D. 207,8 (MeV).

Bài 2: Một lò phản ứng phân hạch có công suất 100 MW. Cho rằng toàn bộ năng lượng mà lò phản ứng này sinh ra đều do sự phân hạch của ${}^{235}\text{U}$ và đồng vị này chỉ bị tiêu hao bởi quá trình phân hạch. Coi mỗi năm có 365 ngày; mỗi phân hạch sinh ra 200 MeV; số Avôgađrô $N_{\text{A}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$. Khối lượng ${}^{235}\text{U}$ mà lò phản ứng tiêu thụ trong 3 năm là:

- A. 115,4 g. B. 115,4kg. C. 230,8 kg. D. 230,8 g.

Bài 3: Trong phản ứng phân hạch hạt nhân ${}^{235}\text{U}$, năng lượng trung bình toả ra khi phân chia một hạt nhân là $3,2 \cdot 10^{-11}(\text{J})$. Tính năng lượng toả ra trong quá trình phân hạch 1 (kg) hạt nhân ${}^{235}\text{U}$ trong lò phản ứng. Cho biết số Avôgađrô $N_{\text{A}} = 6,023 \cdot 10^{23}$.

- A. $8,2 \cdot 10^{14}(\text{J})$ B. $8,2 \cdot 10^{13}(\text{J})$ C. $8,8 \cdot 10^{13}(\text{J})$ D. $8,8 \cdot 10^{14}(\text{J})$

Bài 4: Phản ứng phân hạch của Urani 235 là: ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{42}^{95}\text{Mo} + {}_{57}^{139}\text{La} + 2{}_0^1\text{n} + 7{}_0^0\text{e}^-$. Cho biết khối lượng của các hạt nhân là: $m_{\text{U}} = 234,99\text{u}$; $m_{\text{Mo}} = 94,88\text{u}$; $m_{\text{La}} = 138,87\text{u}$; $m_{\text{n}} = 1,01\text{u}$, $m_{\text{e}} \sim 0$ và $1\text{uc}^2 = 931\text{ MeV}$. Biết số avôgađrô là $N_{\text{A}} = 6,023 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$ và $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{J}$. Năng lượng toả ra khi 1 gam ${}^{235}\text{U}$ phân hạch hết là

- A. $8,78 \cdot 10^0\text{J}$ B. $6,678 \cdot 10^0\text{J}$ C. $214 \cdot 10^0\text{J}$ D. $32,1 \cdot 10^{10}\text{J}$

Bài 5: Trong phản ứng phân hạch hạt nhân ${}^{235}\text{U}$, năng lượng trung bình toả ra khi phân chia một hạt nhân là 200 (MeV). Nếu 40% năng lượng này biến thành điện năng thì điện năng bằng bao nhiêu (KWh) khi phân hạch hết 250 (kg) ${}^{235}\text{U}$. Cho biết số Avôgađrô $N_{\text{A}} = 6,023 \cdot 10^{23}$.

- A. $4,55 \cdot 10^0(\text{kWh})$. B. $4,54 \cdot 10^0(\text{kWh})$ C. $4,56 \cdot 10^0(\text{kWh})$. D. $2,28 \cdot 10^0(\text{kWh})$.

Bài 6: Một nhà máy điện hạt nhân dùng năng lượng phân hạch của hạt nhân ${}^{235}\text{U}$ với hiệu suất 35%. Trung bình mỗi hạt ${}^{235}\text{U}$ phân hạch toả ra năng lượng $3,04 \cdot 10^{-11}(\text{J})$. Trong 365 ngày hoạt động nhà máy tiêu thụ khối lượng ${}^{235}\text{U}$ nguyên chất là 2000 kg. Cho biết số Avôgađrô $N_{\text{A}} = 6,023 \cdot 10^{23}$. Tính công suất phát điện.

- A. 1,92 GW. B. 1,73 GW. C. 93 GW. D. 2,77 GW.

Bài 7: Mỗi phân hạch của hạt nhân ${}^{235}\text{U}$ toả ra một năng lượng hữu ích 185 MeV. Một lò phản ứng công suất 100 MW dùng nhiên liệu ${}^{235}\text{U}$ phải cần bao nhiêu thời gian để tiêu thụ hết 1 kg urani?

- A. 8,78 (ngày). B. 8,77 (ngày). C. 8,76 (ngày). D. 8,79 (ngày).

Bài 8: Một tàu ngầm có công suất 500 (kW), dùng năng lượng phân hạch của hạt nhân ${}^{235}\text{U}$ với hiệu suất 20%. Trung bình mỗi hạt ${}^{235}\text{U}$ phân hạch toả ra năng lượng 200 MeV. Trong 1 ngày hoạt động cần tiêu thụ số nguyên tử ${}^{235}\text{U}$ nguyên chất là

- A. $675 \cdot 10^{18}$. B. $675 \cdot 10^{19}$ C. $675 \cdot 10^{20}$. D. $665 \cdot 10^{19}$.

Bài 9: Một nhà máy điện hạt nhân có công suất phát điện $192 \cdot 10^7(\text{W})$, dùng năng lượng phân hạch của hạt nhân ${}^{235}\text{U}$ với hiệu suất 30%. Trung bình mỗi hạt ${}^{235}\text{U}$ phân hạch toả ra năng lượng 200 (MeV). Hỏi trong 365 ngày hoạt động nhà máy tiêu thụ một khối lượng ${}^{235}\text{U}$ nguyên chất là bao nhiêu. Số $N_{\text{A}} = 6,022 \cdot 10^{23}$

- A. 2360 kg. B. 2461 kg. C. 2482 kg. D. 3463 kg.

Bài 10: Mỗi phân hạch của hạt nhân U235 bằng neutron toả ra một năng lượng hữu ích 185 (MeV). Một lò phản ứng công suất 100 (MW) dùng nhiên liệu U235 trong thời gian 8,8 ngày phải cần bao nhiêu kg Urani? Cho biết số Avôgađrô $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$, $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ (J)}$.

- A. 3 kg. B. 2 kg. C. 1 kg. D. 0,5 kg.

Bài 11: Một tàu phá băng nguyên tử có công suất lò phản ứng $P = 18 \text{ MW}$. Nhiên liệu là urani đã làm giàu chứa 25% U235. Tìm khối lượng nhiên liệu cần để tàu hoạt động liên tục trong 60 ngày. Cho biết một hạt nhân U235 phân hạch toả ra $3,2 \cdot 10^{-11} \text{ J}$. Coi hiệu suất sử dụng 100%.

- A. 5,16 tgc. B. 4,95 kg. C. 3,84 kg. D. 4,55 kg.

Bài 12: Cho phản ứng hạt nhân: ${}^2_1\text{D} + {}^2_1\text{D} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$. Biết khối lượng của ${}^2_1\text{D}$, ${}^3_2\text{He}$, ${}^1_0\text{n}$ lần lượt là $m_D = 2,0135\text{u}$; $m_{\text{He}} = 3,0149\text{u}$; $m_n = 1,0087\text{u}$. Năng lượng toả ra của phản ứng trên bằng

- A. 1,8821 MeV. B. 2,7391 MeV. C. 7,4991 MeV. D. 3,1671 MeV.

Bài 13: Cho phản ứng hạt nhân: $\text{D} + \text{T} \rightarrow \text{n} + \text{X}$. Cho biết khối lượng của các hạt: $m_D = 2,0136\text{u}$; $m_T = 3,016\text{u}$; $m_n = 1,0087\text{u}$; $m_x = 4,0015\text{u}$; $1\text{u}^2 = 931 \text{ (MeV)}$. Nước trong tự nhiên chứa 0,015% nước nặng D_2O . Cho biết khối lượng riêng của nước là 1 (kg/lít), khối lượng mol của D_2O bằng 20 g/mol số Avôgađrô $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$. Nếu dùng toàn bộ D có trong 1m^3 nước để làm nhiên liệu cho phản ứng trên thì năng lượng thu được là:

- A. $2,6 \cdot 10^{13} \text{ (J)}$. B. $2,61 \cdot 10^{13} \text{ (J)}$. C. $2,627 \cdot 10^{13} \text{ (J)}$. D. $2763 \cdot 10^{13} \text{ (J)}$.

Bài 14: Xét phản ứng nhiệt hạch: $\text{D} + \text{T} \rightarrow \text{He} + \text{n}$. Biết khối lượng của các hạt: $m_D = 2,0136 \text{ u}$; $m_T = 3,0160\text{u}$; $m_{\text{He}} = 4,0015\text{u}$; $m_n = 1,0087\text{u}$; $1\text{u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ và số Avogadro là $6,02 \cdot 10^{23}$. Nếu có 1kmol He được tạo thành theo phản ứng trên thì năng toả ra là:

- A. $174 \cdot 10^{12} \text{ KJ}$. B. $1,74 \cdot 10^{12} \text{ KJ}$ C. $17,4 \cdot 10^{12} \text{ KJ}$. D. $1,74 \cdot 10^{12} \text{ J}$.

Bài 15: Do sự phát bức xạ nên mỗi ngày (86400 s) khối lượng sao Thiên Lang giảm một lượng $9,36 \cdot 10^{15} \text{ kg}$. Biết tốc độ ánh sáng trong chân không là $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Công suất bức xạ trung bình của sao Thiên Lang bằng

- A. $97,5 \cdot 10^{26} \text{ W}$. B. $9,75 \cdot 10^{20} \text{ MW}$. C. $5,9 \cdot 10^{10} \text{ MW}$. D. $5,9 \cdot 10^{25} \text{ W}$.

Bài 16: Mặt trời có công suất bức xạ $3,8 \cdot 10^{26} \text{ (W)}$. Sau mỗi giây khối lượng của Mặt Trời giảm đi bao nhiêu?

- A. 4,1 (triệu tấn). B. 4,2 (triệu tấn). C. 4,3 (triệu tấn). D. 4,4 (triệu tấn).

Bài 17: Mặt Trời có công suất bức xạ $3,9 \cdot 10^{26} \text{ (W)}$. Sau mỗi giờ khối lượng của Mặt Trời giảm đi bao nhiêu?

- A. $4,68 \cdot 10^{21} \text{ kg}$. B. $0,78 \cdot 10^{13} \text{ kg}$. C. $1,56 \cdot 10^{13} \text{ kg}$. D. $3,12 \cdot 10^{13} \text{ kg}$.

Bài 18: Mặt trời có khối lượng $2 \cdot 10^{30} \text{ (kg)}$ và công suất bức xạ $3,8 \cdot 10^{26} \text{ (W)}$. Nếu công suất bức xạ không đổi thì sau bao lâu khối lượng giảm đi 0,014%? .Xem 1 năm có 365,2422 ngày.

- A. 0,5 tỉ năm. B. 2 tỉ năm. C. 1,5 tỉ năm. D. 1,2 tỉ năm.

Bài 19: Mặt trời có công suất bức xạ toàn phần $3,8 \cdot 10^{26} \text{ (W)}$. Chu trình cacbon - nitơ đóng góp 34% vào công suất bức xạ của Mặt Trời. Biết mỗi chu trình toả ra năng lượng 26,8 MeV. Khối lượng mol của He bằng 4u/mol số Avôgađrô $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ Sau mỗi phút trên Mặt Trời khối lượng Heli được tạo ra do chu trình cacbon-nitơ là

- A. 11 (tỉ tấn). B. 12 (tỉ tấn). C. 9 (tỉ tấn). D. 10 (tỉ tấn).

ĐÁP ÁN BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM LUYỆN TẬP

								1.A	2.B
3.B	4.A	5.D	6.B	7.A	8.B	9.B	10.C	11.D	12.D
13.B	14.B	15.A	16.B	17.C	18.B	19.B			

-----HẾT-----



Chuyên:

- ☑ Nhận dạy kèm môn Vật lý từ lớp 6 đến lớp 12
- ☑ Luyện thi THPT Quốc Gia môn Vật lý
- ☑ Luyện thi học sinh giỏi, thi chuyên môn Vật lý
- ☑ Giới thiệu gia sư dạy kèm tại nhà tất cả các môn

www.thaytruong.vn

0978.013.019 (Th.Trường)

thaytruongcdspgialai

Trên con đường thành công không có dấu chân của kẻ lười biếng!