

Thầy NGUYỄN THÀNH NAM**CHUẨN BỊ KÌ THI THPT QUỐC GIA NĂM 2019****Môn: Vật Lí****CHỦ ĐỀ: TÍNH CHẤT VÀ CẤU TẠO HẠT NHÂN –
PHÓNG XẠ****Nguồn: Tổng hợp và sưu tầm****I. CÁC KIẾN THỨC CƠ BẢN CẦN NHỚ****1. Cấu tạo hạt nhân**

a) Hạt nhân nguyên tử được cấu tạo bởi các nuclôn. Có hai loại nuclôn là *prôtôn*, kí hiệu p , mang điện tích nguyên tố dương, và *notron* kí hiệu n , không mang điện.

b) Số prôtôn trong hạt nhân bằng *nguyên tử số* Z trong Bảng tuần hoàn Men-đê-lê-ép. Z được gọi là nguyên tử số. Tổng các nuclôn trong hạt nhân gọi là *số khối*, kí hiệu A . Số notron trong hạt nhân là $N = A - Z$. Các nguyên tử mà hạt nhân có cùng số prôtôn Z , nhưng có số notron N khác nhau, gọi là các *đồng vị*.

2. Kí hiệu hạt nhân

Hạt nhân nguyên tử của nguyên tố có kí hiệu hoá học X được kí hiệu là ${}^A_Z X$.

3. Kích thước hạt nhân

Có thể coi hạt nhân nguyên tử như một quả cầu có bán kính R phụ thuộc vào số khối A theo công thức gần đúng: $R = R_0 A^{\frac{1}{3}}$ với $R_0 = 1,2 \cdot 10^{-15} \text{m}$.

4. Đồng vị

Đồng vị là những nguyên tử mà hạt nhân chứa cùng số prôtôn Z nhưng có số notron N khác nhau.

5. Đơn vị khối lượng nguyên tử

Đơn vị khối lượng nguyên tử, kí hiệu là u , có trị số bằng $\frac{1}{12}$ khối lượng của đồng vị ${}^{12}_6\text{C}$. Khi đổi đơn vị, cần chú ý:

$$1u = \frac{1}{12} \cdot \frac{12}{6,022 \cdot 10^{23}} \text{g} \approx 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{kg} \approx 931,5 \text{MeV} / c^2$$

$$1\text{kg} = 0,561 \cdot 10^{30} \text{MeV} / c^2; \text{MeV} / c^2 = 1,78 \cdot 10^{-30} \text{kg}$$

6. Độ hụt khối. Năng lượng liên kết

a) *Lực hạt nhân* là lực hút giữa các nuclôn với nhau. Đó là lực rất mạnh, có tác dụng liên kết giữa các nuclôn, không phụ thuộc vào điện tích và có bán kính tác dụng khoảng 10^{-15}m .

b) *Độ hụt khối* của hạt nhân

Khối lượng m của hạt nhân bao giờ cũng nhỏ hơn tổng khối lượng của các nuclôn tạo thành hạt nhân một lượng Δm . Đại lượng này gọi là độ hụt khối của hạt nhân:

$$\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - m$$

c) *Năng lượng liên kết* hạt nhân

Năng lượng liên kết hạt nhân được tính bằng tích của độ hụt khối của hạt nhân với thừa số c^2 : $W_{lk} = \Delta m c^2 = 931,5 \cdot \Delta m$ (MeV). Đó là năng lượng toả ra khi các nuclôn kết hợp thành hạt nhân.

Đại lượng đặc trưng cho độ bền vững của hạt nhân là năng lượng liên kết riêng. Đó là năng lượng liên kết tính cho một nuclôn: $\frac{W_{lk}}{A}$, đơn vị thường dùng là $\frac{\text{MeV}}{\text{nuclon}}$. Hạt nhân có năng lượng liên kết riêng càng lớn thì càng bền vững.

7. Hiện tượng phóng xạ

Hiện tượng một hạt nhân không bền vững tự phát phân rã, phát ra các tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân khác gọi là hiện tượng phóng xạ. Hạt nhân tự phân rã gọi là hạt nhân mẹ, hạt nhân được tạo thành sau phân rã gọi là hạt nhân con.

8. Các loại tia phóng xạ

a) *Tia alpha* (α) là các hạt nhân của nguyên tố heli ${}^4_2\text{He}$, mang điện tích $+2e$, được phóng ra từ hạt nhân với tốc độ khoảng 2.10^7m/s . Tia α làm ion hoá mạnh các nguyên tử trên đường đi của nó nên năng lượng giảm nhanh. Trong không khí, tia α đi được vài cm, không xuyên qua được tấm bìa dày 1mm.

b) *Tia beta* (β) là các hạt phóng ra với tốc độ lớn, có thể xấp xỉ bằng tốc độ ánh sáng. Tia β cũng làm ion hoá môi trường nhưng yếu hơn tia α , trong không khí nó có thể đi được vài trăm mét và có thể xuyên qua tấm nhôm dày cỡ mm. Tia β có hai loại:

Loại phổ biến là tia β^- : Đó là chùm electron kí hiệu ${}^0_{-1}\text{e}$ hay e^- .

Loại hiếm hơn là tia β^+ : Đó là chùm các pôzitron (kí hiệu ${}^0_{+1}\text{e}$ hay e^+), có cùng khối lượng với electron nhưng mang điện tích nguyên tố dương.

Trong phóng xạ β , ngoài electron pozitron còn có hạt notrinô (kí hiệu ν) và phản notrinô (kí hiệu $\bar{\nu}$) là các hạt không mang điện, có khối lượng nghỉ bằng 0, chuyển động với tốc độ xấp xỉ bằng tốc độ ánh sáng.

c) *Tia gamma* (γ) là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn (nhỏ hơn $10^{-11}\mu\text{m}$). Đó là dòng các hạt phôtôn có năng lượng cao. Tia γ có khả năng đâm xuyên mạnh hơn nhiều so với tia α , β .

9. Định luật phóng xạ

- Một đại lượng đặc trưng của chất phóng xạ là chu kỳ bán rã. Đó là khoảng thời gian T mà sau đó một nửa số hạt nhân ban đầu của một lượng chất phóng xạ bị phân rã, biến đổi thành các hạt nhân khác.

- *Hằng số phóng xạ* λ là đại lượng được xác định bằng biểu thức:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T}, \text{ trong đó } T \text{ là chu kỳ bán rã.}$$

- Số hạt nhân và khối lượng của chất phóng xạ giảm dần theo hàm số mũ:

$$N(t) = N_0 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 e^{-\lambda t} \text{ hoặc } m(t) = m_0 2^{-\frac{t}{T}} = m_0 e^{-\lambda t}$$

- Độ phóng xạ đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của một lượng chất phóng xạ, được xác định bằng số hạt nhân phân rã trong 1 giây, kí hiệu là H .

$$H = -\frac{dN}{dt} = \lambda N$$

Độ phóng xạ cũng giảm dần theo hàm số mũ: $H(t) = H_0 2^{-\frac{t}{T}} = H_0 e^{-\lambda t}$

với $H_0 = \lambda N_0$ là độ phóng xạ ban đầu.

Đơn vị độ phóng xạ là Bq và Ci: $1 \text{ Ci} = 3,7.10^{10} \text{ Bq}$.

II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI CÁC DẠNG TOÁN CƠ BẢN (tự luận và trắc nghiệm)

Dạng 1. BÀI TẬP VỀ CẤU TẠO VÀ CÁC TÍNH CHẤT CỦA HẠT NHÂN

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Để xác định số lượng proton và neutron trong hạt nhân, ta căn cứ vào kí hiệu hạt nhân ${}^A_Z X$, trong đó Z là số proton còn $N = A - Z$ là số neutron.

2. Các đặc trưng khác của hạt nhân được xác định như sau:

- Điện tích hạt nhân là Ze ($e = 1,6 \cdot 10^{-19}$).

- Khối lượng hạt nhân. Nếu đề bài không cho số liệu cụ thể, có thể tính gần đúng $m = Au$ (với A là số khối, u là đơn vị khối lượng nguyên tử).

Cần chú ý:

- Bán kính hạt nhân có thể tính gần đúng là $R = 1,2 \cdot 10^{-15} A^{\frac{1}{3}}$. Thể tích hạt nhân là thể tích quả cầu bán kính R: $V = \frac{4}{3} \pi R^3$.

B. BÀI TẬP VÍ DỤ

Ví dụ 1. Cho hạt nhân nguyên tử ${}^{21}_{10}\text{Ne}$.

a) Xác định số proton và số neutron của hạt nhân ${}^{21}_{10}\text{Ne}$.

b) Một hạt nhân khác so với hạt nhân ${}^{21}_{10}\text{Ne}$ có ít hơn 3 nuclôn nhưng có hiệu số neutron và proton là 2. Đó là hạt nhân nào?

Hướng dẫn giải

Đối chiếu với kí hiệu tổng quát ${}^A_Z X$ ta có số proton là $Z = 10$, số neutron là $N = A - Z = 21 - 10 = 11$.

Hạt nhân mới có số khối $A' = 21 - 3 = 18$.

Mặt khác $N' - Z' = 2$; $N' + Z' = A' = 18$ nên $Z' = 8$.

Đó là hạt nhân một đồng vị của ôxi: ${}^{18}_8\text{O}$.

Ví dụ 2. Tính số neutron và số proton có trong 1 gam nước.

Hướng dẫn giải

Trước hết ta tính số nguyên tử nước N có trong 1 g nước. Vì nguyên tử nước (H_2O) có khối lượng mol $\mu = 2 \cdot 1 + 16 = 18$ nên

$$N = \frac{1}{18} N_A = \frac{1}{18} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \approx 3,344 \cdot 10^{22}$$

Trong 1 nguyên tử H chỉ có một proton, trong 1 nguyên tử O có 8 neutron, 8 proton nên trong mỗi nguyên tử nước có 10 proton và 8 neutron.

Do đó, trong 1g nước có số proton là $N_p = 10N \approx 3,344 \cdot 10^{23}$; số neutron là $N_n = 8N \approx 2,68 \cdot 10^{23}$.

Ví dụ 3. Xác định điện tích riêng (thương số giữa điện tích và khối lượng q/m của hạt) và khối lượng riêng của hạt nhân $\text{C}14$.

Hướng dẫn giải

Ta cần xác định điện tích q, khối lượng m và thể tích V của hạt nhân $\text{C}14$.

Kí hiệu đầy đủ của $\text{C}14$ là ${}^{14}_6\text{C}$. Hạt nhân này có số proton $Z = 6$, số khối $A = 14$ nên có điện tích q = 6e, có khối lượng gần đúng $m = 14u$ nên có điện tích riêng là:

$$\frac{q}{m} \approx \frac{5e}{14u} \approx \frac{6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}}{14 \cdot 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{kg}} \approx 4,1 \cdot 10^7 \frac{\text{C}}{\text{kg}}$$

Dùng công thức tính gần đúng bán kính hạt nhân $R = R_0 A^{\frac{1}{3}}$ ta có thể tích hạt nhân là $V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi R_0^3 A$. Từ đó, tìm được khối lượng riêng của hạt nhân:

$$D = \frac{m}{V} \approx \frac{Au}{\frac{4}{3} \pi R^3} = \frac{3 \cdot Au}{4 \pi R_0^3 A} \approx \frac{3 \cdot 1,66055 \cdot 10^{-27}}{4 \cdot 3,14 \cdot 1,728 \cdot 10^{-45}} \approx 2,3 \cdot 10^{17} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Ví dụ 4. Chọn phát biểu đúng khi nói về cấu tạo hạt nhân nguyên tử.

- A. Mọi hạt nhân của các nguyên tử đều có chứa prôtôn và notron
 B. Hạt nhân của hai nguyên tố khác nhau đều có số prôtôn và số notron khác nhau.
 C. Hai nguyên tử mà hạt nhân của chúng có số notron khác nhau là hai đồng vị.
 *D. Các đồng vị của cùng một nguyên tố có điện tích của hạt nhân bằng nhau.

Hướng dẫn chọn đáp án

A sai vì hạt nhân hiđrô (H) chỉ có prôtôn mà không có notron. B sai vì hạt nhân của hai nguyên tố khác nhau có thể có số notron giống nhau, ví dụ hai hạt nhân và $^{14}_6\text{C}$ và $^{16}_8\text{O}$ đều có 8 notron C sai vì hai nguyên tử là đồng vị của cùng một nguyên tố nếu hạt nhân của chúng có số prôtôn giống nhau. D đúng vì hạt nhân của các đồng vị có cùng số prôtôn nên có cùng điện tích.

Ví dụ 5. Lực hạt nhân

- A. có độ lớn nhỏ hơn lực tương tác tĩnh điện giữa các prôtôn.
 B. có giá trị càng lớn khi các nuclôn càng gần nhau hoặc có điện tích càng lớn.
 *C. có bán kính tác dụng khoảng 10^{-13}cm .
 D. là lực hút khi các nuclôn ở xa nhau và là lực đẩy khi các nuclôn ở gần nhau.

Hướng dẫn chọn đáp án

A sai vì lực hạt nhân có cường độ rất lớn so với lực điện từ. B sai vì lực hạt nhân không phụ thuộc vào điện tích các hạt. D sai vì lực hạt nhân luôn luôn là lực hút. C đúng vì $10^{-13}\text{cm} = 10^{-15}\text{m}$ là cỡ kích thước hạt nhân, đó là phạm vi mà lực hạt nhân có tác dụng.

C. BÀI TẬP ÔN LUYỆN

5.1. Tìm tỉ số bán kính và tỉ số các điện tích riêng (q/m) của đồng vị O16 so với đồng vị O18.

5.2. Tìm số nuclôn có trong 100g khí CO₂.

5.3. Khí clo trong tự nhiên có thể coi là hỗn hợp của hai đồng vị chính là C/35 có khối lượng nguyên tử là 34,969u và C/37 có khối lượng nguyên tử là 36,996 u. Cho khối lượng nguyên tử của clo trong tự nhiên là 35,453. Xác định tỉ lệ % số hạt C/35 trong tự nhiên.

5.4. Nito trong tự nhiên gồm hai đồng vị chính là N14 có khối lượng nguyên tử là 14,0307u và N15' có khối lượng nguyên tử là 15,00011u với tỉ lệ số hạt là 277:1. Xác định khối lượng nguyên tử của nito tự nhiên.

5.5. Cho các hạt nhân: $^{11}_6\text{C}$; ^3_2He ; ^7_4Be . Nếu trong mỗi hạt nhân trên ta có thể thay notron thành prôtôn và ngược lại thì được các hạt nhân nào?

5.6. Cho N_A là số A-vô-ga-đrô. Chọn phát biểu *sai*.

- A. Trong 1 mol khí hiđrô có $2N_A$ nguyên tử hiđrô.
 B. Trong 1 mol khí hiđrô thuộc đồng vị $^{12}_6\text{C}$ và ^3_1T có $3N_A$ nuclôn.

*C. Khối lượng chính xác của hạt nhân là $\frac{12}{N_A}$ g.

D. Khối lượng của hạt nhân ^1_1H là khối lượng của một prôtôn.

5.7. Chọn phát biểu *sai*.

Hai hạt nhân $^{32}_{14}\text{Si}$ và $^{32}_{16}\text{S}$ có

A. cùng số khối.

*B. điện tích hơn kém nhau $3,2 \cdot 10^{-16}$ J.

C. số proton hơn kém nhau là 2.

D. số neutron hơn kém nhau là 2.

5.8. Tính chất hoá học của một nguyên tố được quyết định bởi thông số nào trong số các thông số dưới đây của hạt nhân?

A. Số khối A.

B. Bán kính R

*C. Nguyên tử số Z.

D. Số neutron N.

5.9. Tỷ số giữa số proton và số neutron ở các đồng vị tự nhiên diễn ra theo xu hướng

*A. tăng lên khi nguyên tử số tăng.

B. giảm đi khi nguyên tử số tăng.

C. cực đại đối với nguyên tử số trong khoảng 50 đến 70.

D. hầu như không đổi khi nguyên tử số thay đổi.

5.10. Khối lượng riêng của các hạt nhân có giá trị

A. tăng dần theo nguyên tử số Z.

B. giảm dần theo nguyên tử số Z.

C. có giá trị lớn nhất đối với các hạt nhân có nguyên tử số trung bình.

*D. Thay đổi không đáng kể theo nguyên tử số Z.

Dạng 2. BÀI TẬP VỀ ĐỘ HỤT KHỐI, NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT VÀ NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT RIÊNG CỦA HẠT NHÂN

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Để xác định độ hụt khối Δm và năng lượng liên kết W_{lk} của hạt nhân, ta áp dụng các công thức: $\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - m$; $W_{lk} = \Delta mc^2$. Đơn vị để tính Δm độ hụt khối là u, để tính năng lượng liên kết là MeV.

Năng lượng liên kết riêng được tính bằng $\frac{W_{lk}}{A}$ theo đơn vị là $\frac{\text{MeV}}{\text{nuclon}}$

II. BÀI TẬP VÍ DỤ

Ví dụ 1. Cho khối lượng của hạt nhân $^{17}_8\text{O}$, của proton và neutron lần lượt là

$m_O = 16,9947u$, $m_p = 1,00728u$, $m_n = 1,00866u$ và $u = 931,5 \frac{\text{MeV}}{c^2}$. Tìm độ hụt khối và năng lượng

liên kết riêng của hạt nhân $^{17}_8\text{O}$.

Hướng dẫn giải

Độ hụt khối của hạt nhân $^{17}_8\text{O}$ là:

$$\Delta m = 8m_p + 9m_n - m_O = 8 \cdot 1,00728 + 9 \cdot 1,00866 - 16,9947 = 0,14148u.$$

Năng lượng liên kết của hạt nhân $^{17}_8\text{O}$ là.

$$W_{lk} = \Delta m \cdot c^2 = 0,14148 \cdot 931,5 \approx 131,79 \text{ MeV}$$

Năng lượng liên kết riêng: $\frac{W_{lk}}{A} = \frac{131,79}{17} \approx 7,75 \frac{\text{MeV}}{\text{nuclon}}$.

Ví dụ 2. Tính năng lượng cần thiết để tách khỏi hạt nhân $^{40}_{20}\text{Ca}$

a) proton liên kết yếu nhất.

b) neutron liên kết yếu nhất.

Cho biết khối lượng các hạt nhân ${}_{20}^{40}\text{Ca}$; ${}_{20}^{39}\text{Ca}$; ${}_{19}^{39}\text{K}$ tương ứng là $m_{\text{Ca}40} = 39,9516\text{u}$; $m_{\text{Ca}39} = 38,9597\text{u}$; $m_{\text{K}39} = 38,9533\text{u}$.

Hướng dẫn giải

a) Khi tách một nuclôn có liên kết yếu nhất ra khỏi hạt nhân ${}_{20}^{40}\text{Ca}$, hạt nhân còn lại có 39 nuclôn. Các phương trình biến đổi diễn quá trình này là:



Ta coi các hạt vế ở phải chính là các hạt tạo thành hạt nhân ${}_{20}^{40}\text{Ca}$. Do đó, năng lượng cần thiết để tách khỏi hạt nhân ${}_{20}^{40}\text{Ca}$ prôtôn liên kết yếu nhất được tính như cách tính năng lượng liên kết:

$$W_1 = (m_{\text{K}39} + m_p - m_{\text{Ca}40})c^2 \\ = (38,9533 + 1,00728 - 39,9516).931,5 = 0,00898.931,5 = 8,36 \text{ MeV}$$

b) Tương tự, năng lượng cần thiết để tách khỏi hạt nhân ${}_{20}^{40}\text{Ca}$ notron liên kết yếu nhất

$$W_2 = (m_{\text{Ca}39} + m_n - m_{\text{Ca}40})c^2 \\ = (38,9597 + 1,00866 - 39,9516).931,5 = 0,01676.931,5 = 15,6 \text{ MeV}$$

Ví dụ 3. Cho năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}_{26}^{56}\text{Fe}$ là $8,83\text{MeV}$, khối lượng của prôtôn là $1,00728\text{u}$, của notron là $1,00866\text{u}$. Tìm khối lượng của hạt nhân ${}_{26}^{56}\text{Fe}$ theo các số liệu trên.

Hướng dẫn giải

Hạt nhân Fe56 có số prôtôn $Z = 26$; số khối $A = 56$, số notron $N = 56 - 26 = 30$, có năng lượng liên kết:

$$W_{\text{lk}} = 56 \text{ nuclôn} \cdot 8,83 \frac{\text{MeV}}{\text{nuclôn}} = 449,48 \text{ MeV}$$

Độ hụt khối của hạt nhân $\Delta m = \frac{494,48}{931,5} \approx 0,5308\text{u}$. Vậy khối lượng hạt nhân ${}_{26}^{56}\text{Fe}$ là:

$$m = 26m_p + 30m_n - \Delta m = 26.1,00728 + 30.1,00866 - 0,5308 \approx 55,918\text{u}$$

Ví dụ 4. Hai hạt nhân ${}_{6}^{11}\text{C}$ và ${}_{5}^{11}\text{B}$ **không có** tính chất chung nào nêu sau đây?

- A. Có số nuclôn bằng nhau.
- B. Có khối lượng riêng bằng nhau
- *C. Có năng lượng liên kết bằng nhau.
- D. Có bán kính bằng nhau.

Hướng dẫn chọn đáp án.

Chọn C vì hai hạt nhân này tuy có số khối bằng nhau nhưng vẫn có khối lượng và độ hụt khối khác nhau, do đó có năng lượng liên kết khác nhau. Các phát biểu A, B, D, không sai vì một cách gần đúng, ta vẫn coi các hạt nhân có số khối bằng nhau thì có bán kính bằng nhau và các hạt nhân đều có khối lượng riêng bằng nhau.

Ví dụ 5. Chọn phát biểu *sai*.

Năng lượng liên kết của một hạt nhân có giá trị

- A. nhỏ hơn tổng năng lượng nghỉ của các hạt tạo thành hạt nhân.
- *B. bằng tích số của năng lượng liên kết riêng và số notron của hạt nhân.
- C. bằng năng lượng tỏa ra khi các nuclôn liên kết với nhau tạo thành hạt nhân.
- D. bằng năng lượng tối thiểu để tách các nuclôn trong hạt nhân ra xa nhau.

Hướng dẫn chọn đáp án

Chọn B vì năng lượng liên kết bằng tích số của năng lượng liên kết riêng và số nuclôn (chứ không phải neutron của hạt nhân).

C. BÀI TẬP ÔN LUYỆN

5.11. Biết khối lượng của hạt nhân ${}^1_7\text{N}$ và của các hạt prôtôn, notron lần lượt là $m_N = 13,9992u$, $m_p = 1,007276u$, $m_n = 1,008665u$; $u = 931,5\text{MeV}/c^2$. Tính năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}^{14}_7\text{N}$.

5.12. Cho khối lượng các hạt α , prôtôn, notron lần lượt là $m_\alpha = 4,0015u$, $m_p = 1,007276u$, $m_n = 1,008665u$. Tính năng lượng tỏa ra (theo đơn vị J) khi tạo thành 1kg heli từ các prôtôn và notron.

5.13. Cho biết khối lượng các nguyên tử U235, U236 và khối lượng của notron lần lượt là $m_{\text{U235}} = 235,0439u$; $m_{\text{U236}} = 236,0457u$; $m_n = 1,008665u$. Cho $u = 931,5\text{MeV}/c^2$.

a) Tính năng lượng cần cung cấp để bứt notron ra khỏi hạt nhân U236.

b) Ngay sau khi U235 hấp thụ notron để tạo thành U236, thì U236 có thể đứng yên và ở trạng thái cơ bản được không?

5.14. Chọn phát biểu đúng về MeV/c^2 .

A. MeV/c^2 là đơn vị của momen động lượng.

B. MeV/c^2 là đơn vị của năng lượng.

*C. $1 \text{MeV}/c^2$ có giá trị bằng $1,78 \cdot 10^{-30}\text{kg}$.

D. $1 \text{MeV}/c^2$ có giá trị bằng $0,561 \cdot 10^{30}\text{J}$.

5.15. Tính chất hạt nhân của nguyên tử **không** phụ thuộc vào

A. số nuclôn trong hạt nhân.

B. độ hụt khối lượng của hạt nhân.

*C. Tỉ số giữa số prôtôn Z và số notron N.

D. năng lượng liên kết riêng của hạt nhân.

5.16. Năng lượng liên kết của một hạt nhân

A. tỉ lệ với khối lượng của hạt nhân.

*B. tỉ lệ với độ hụt khối của hạt nhân.

C. có giá trị càng lớn thì càng bền vững.

D. có thể có giá trị âm hoặc dương.

5.17. Năng lượng liên kết riêng của một hạt nhân

A. có giá trị càng lớn thì càng khó bền vững.

B. có giá trị càng lớn khi hạt nhân có độ hụt khối càng lớn.

C. đặc trưng cho khả năng chống lại việc tách hạt nhân thành vài ba mảnh riêng biệt.

*D. đặc trưng cho khả năng chống lại việc tách hạt nhân thành các nuclôn riêng biệt.

5.18. Biết khối lượng của hạt nhân ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ và của các hạt prôtôn, notron lần lượt là

$m_{\text{Ne}} = 19,98695u$, $m_p = 1,00728u$, $m_n = 1,00867u$; $u = 931,5\text{MeV}/c^2$. Năng lượng tối thiểu để tách hạt nhân ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ thành các nuclôn riêng biệt bằng

A. $8,04\text{MeV}$.

*B. $160,7\text{MeV}$.

C. $16,07\text{MeV}$.

D. $80,4\text{MeV}$.

5.19. Cho khối lượng của hạt nhân heli là $m_\alpha = 4,0015u$; $1u = 1,66058 \cdot 10^{-27}\text{kg}$, $c = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$. Để xảy ra phản ứng tách hạt nhân ${}^{12}_6\text{C}$ thành các hạt nhân heli theo phương trình: ${}^{12}_6\text{C} + hf \rightarrow 3{}^4_2\text{He}$, thì tần số nhỏ nhất của photon phải có giá trị là

*A. $1,76 \cdot 10^{21}\text{HZ}$.

B. $1,76 \cdot 10^{20}\text{HZ}$.

C. $6,25 \cdot 10^{17}\text{HZ}$.

D. $1,52 \cdot 10^{20}\text{HZ}$.

Phương trình phản ứng có dạng: ${}^A_Z X \rightarrow {}^{226}_{88} \text{Ra} + 3 {}^4_2 \text{He} + 2 {}^0_{-1} e$. Áp dụng định luật bảo toàn điện tích và bảo toàn số khối:

$$Z = 88 + 2.3 - 2 = 92; A = 226 + 4.3 = 238 \text{ Đó là } {}^{238}_{92} \text{U}.$$

Ví dụ 4. Cho khối lượng các nguyên tử ${}^{226}_{88} \text{Ra}; {}^{222}_{86} \text{Rn}; {}^4_2 \text{He}$ lần lượt là $m_{\text{Ra}} = 226,0254 \text{u}; m_{\text{Rn}} = 222,0176 \text{u}; m_{\alpha} = 4,0026 \text{u}; u = 931,5 \text{MeV}/c^2$. Hỏi hạt nhân ${}^{226}_{88} \text{Ra}$ đứng yên có khả năng phóng xạ α để chuyển thành hạt nhân ${}^{222}_{86} \text{Rn}$ được không? Nếu có thì mỗi hạt tạo thành có động năng là bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

Hiệu số khối lượng của các hạt nhân trước và sau phản ứng là:

$$\Delta m = \{ m_{\text{Ra}} - 88m_e - (m_{\text{Rn}} - 86m_e + m_{\alpha} - 2m_e) \} = (m_{\text{Ra}} - m_{\text{Rn}} - m_{\alpha}) \\ = 226,0254 \text{ u} - 222,0176 \text{ u} - 4,0026 \text{ u} = 0,0052 \text{ u} > 0$$

Năng lượng tỏa ra: $W = \Delta mc^2 \approx 4,84 \text{ MeV}$. Vì động năng bảo toàn nên

$$m_{\alpha} v_{\alpha} + m_{\text{Rn}} v_{\text{Rn}} = 0.$$

Từ đây suy ra tỉ số các động năng: $\frac{W_{\alpha}}{W_{\text{Rn}}} = \frac{m_{\text{Rn}}}{m_{\alpha}} = \frac{222}{4} = 55,5$.

$$W_{\text{Rn}} = \frac{W}{56,5} \approx 0,086 \text{ MeV}; W_{\alpha} = \frac{55,5W}{56,5} \approx 4,754 \text{ MeV}$$

Ví dụ 5. Chọn phát biểu *sai* khi nói về phóng xạ.

- A. Tia alpha có khả năng đâm xuyên yếu nhất.
- B. Tia gamma có tác dụng sinh lí mạnh nhất.
- C. Thành phần của tia phóng xạ là các hạt. Hạt có khối lượng nghỉ lớn nhất là alpha và có khối lượng nghỉ nhỏ nhất là hạt beta.
- D. Hai loại β^+ và β^- có khối lượng bằng nhau, mang các điện tích có độ lớn bằng nhau nhưng trái dấu.

Hướng dẫn chọn đáp án

Chọn C vì tia γ là dòng các photon có khối lượng nghỉ bằng 0, đó mới là hạt có khối lượng nghỉ nhỏ nhất.

C. BÀI TẬP ÔN LUYỆN

5.22. Hạt nhân ${}^{234}\text{U}$ đang đứng yên phóng xạ phát ra hạt α có vận tốc $v = 2,6 \cdot 10^7 \text{m/s}$. Tìm vận tốc của hạt nhân con.

5.23. Hạt nhân ${}^8_4 \text{Be}$ ở trạng thái kích thích có khối lượng $8,02434 \text{u}$. Khi hạt nhân này chuyển từ trạng thái kích thích về trạng thái cơ bản, thì phát ra photon có năng lượng $17,2 \text{ MeV}$. Tính khối lượng của hạt nhân ${}^8_4 \text{Be}$ ở trạng thái cơ bản.

Cho $u = 931,5 \text{MeV}/c^2$.

5.24. Chọn phát biểu *sai* về tia alpha.

- A. Bị lệch về bản âm của tụ điện.
- B. Là dòng hạt nhân của nguyên tử ${}^4_2 \text{He}$.
- C. Có tốc độ cỡ 10^7m/s .
- *D. Đi được khoảng 7m đến 8m trong không khí.

5.25. Chọn phát biểu đúng về phóng xạ.

- A. Quá trình phóng xạ có thể thu hoặc tỏa năng lượng.
- B. Khi tăng nhiệt độ, hiện tượng phóng xạ xảy ra mạnh hơn.

*C. Với một chất phóng xạ, có một khoảng thời gian nhất định mà độ phóng xạ giảm đi 2 lần.

D. Các tia phóng xạ luôn bị lệch trong điện trường.

5.26. Phát biểu nào **không đúng** về các hạt β ?

A. Hạt β^+ và β^- có cùng độ lớn điện tích.

B. Hạt β^+ và β^- có cùng khối lượng là $0,000549u$.

C. Hạt β^+ có vận tốc gần bằng $3 \cdot 10^8 m/s$.

*D. Hạt β^- có bản chất là electron nhưng không phải được bắn ra từ lớp vỏ nguyên tử mà từ hạt nhân mang điện dương.

5.27. Chọn nhận xét đúng khi so sánh về các tia phóng xạ.

A. Bản chất của tia γ và của ánh sáng là khác nhau.

*B. tia γ và tia Rơn-ghe-n có cùng bản chất nhưng có bước sóng khác nhau.

C. tia α có khả năng đâm xuyên rất lớn.

D. Trong các tia phóng xạ, tia β là nguy hiểm nhất đối với con người.

5.28. Cho tia phóng xạ đi qua điện trường giữa hai bản tụ điện, tia α lệch ít hơn tia β chủ yếu là do

A. tốc độ của hạt α nhỏ hơn tốc độ của hạt β .

B. điện tích của hạt α lớn hơn điện tích của hạt β .

*C. khối lượng của hạt α lớn hơn khối lượng của hạt β .

D. lực điện tác dụng vào hạt α lớn hơn lực điện tác dụng vào hạt β .

5.29. Chọn phát biểu **sai**.

Khả năng đâm xuyên lớn của tia γ được ứng dụng để

A. chữa bệnh ung thư.

B. thăm dò khuyết tật của sản phẩm bằng kim loại.

C. bảo quản thực phẩm.

*D. xác định tuổi của các cổ vật.

5.30. Chỉ ra nhận xét **sai** về phóng xạ γ .

A. Phóng xạ γ xảy ra khi nguyên tử ở trạng thái kích thích.

*B. Phóng xạ γ có thể xảy ra độc lập, không kèm theo các phóng xạ khác.

C. Phóng xạ γ không phụ thuộc nhiệt độ của môi trường.

D. Phóng xạ γ không dẫn tới sự biến đổi hạt nhân.

5.31 Phóng xạ β^- xảy ra khi trong hạt nhân có

A. sự biến đổi nuclôn thành electron.

B. sự biến đổi prôtôn thành notron.

*C. sự biến đổi notron thành prôtôn.

D. sự chuyển mức năng lượng từ cao xuống thấp.

5.32. Phóng xạ β^- và phóng xạ β^+

A. đều làm điện tích của hạt nhân con tăng lên.

B. đều làm điện tích của hạt nhân con giảm xuống.

C. không xảy ra nếu nguyên tử không được kích thích.

*D. không xảy ra đồng thời đối với một hạt nhân.

5.33. Hiện tượng phóng xạ và hiện tượng phân hạch **không có** chung đặc điểm nào sau đây?

A. Phát ra tia không nhìn thấy.

B. Có nguyên tố mới được tạo thành.

*C. Phụ thuộc vào môi trường bên ngoài.

D. Toả năng lượng.

Dạng 4. BÀI TẬP VỀ ĐỊNH LUẬT PHÓNG XẠ

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Để tính chu kỳ bán rã, hoặc biết chu kỳ bán rã tìm các đại lượng có liên quan ta áp dụng các công thức biểu diễn các mối quan hệ trực tiếp giữa các đại lượng: chu kỳ bán rã T , hằng số phóng xạ λ , độ phóng xạ H , số hạt N , khối lượng m . Mối liên hệ giữa số hạt và khối lượng là $N = \frac{m}{\mu} N_A$, trong đó $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ là số A-vô-ga-đrô.

2. Cần vận dụng linh hoạt công thức của định luật phóng xạ. Nếu thời gian phóng xạ t có thể biểu diễn dưới dạng một phân số nhân với chu kỳ bán rã T , ta có thể dùng công thức của định luật phóng xạ dưới dạng $N(t) = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$ và có thể tìm ra kết quả mà không cần logarit hai vế.

B. BÀI TẬP VÍ DỤ

Ví dụ 1. Biết chu kỳ bán rã của $^{15}_8\text{O}$ là 122s.

a) Trong thời gian 1s có bao nhiêu % khối lượng trong một mẫu chất $^{15}_8\text{O}$ bị phân rã?

b) Tính khối lượng của một mẫu $^{15}_8\text{O}$ biết nó có độ phóng xạ bằng 1,5 Ci.

Hướng dẫn giải

a) Hằng số phóng xạ của $^{15}_8\text{O}$ là: $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{122} \approx 5,68 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$. Vì

$\Delta t = 1\text{s} \ll T$ nên $\frac{|\Delta m|}{m} = \frac{\Delta N \cdot \Delta t}{N} = \frac{H}{N} = \lambda \cdot 0,0057 = 0,57\%$. Vậy khối lượng ôxi bị phân rã trong 1s chiếm 0,57 % tổng khối lượng ôxi hiện có trong mẫu.

b) Từ công thức $H = \lambda N = \lambda \frac{m}{\mu} N_A$ suy ra:

$$m = \frac{H\mu}{\lambda N_A} = \frac{1,5 \cdot 3,7 \cdot 10^{10} \cdot 15}{0,0057 \cdot 6,022 \cdot 10^{23}} = 2,475 \cdot 10^{-10} \text{ kg}$$

Ví dụ 2. $^{222}_{86}\text{Rn}$ có chu kỳ bán rã 3,8 ngày phát ra tia α có động năng $W_\alpha = 5,5 \text{ MeV}$.

Tính nhiệt toả ra bởi 1g radon ban đầu trong thời gian 19 ngày, không kể nhiệt do hạt nhân con phân rã sinh ra.

Hạt nhân con là $^{218}_{84}\text{Po}$. Gọi động năng của $^{218}_{84}\text{Po}$ là W_{dPo} . Do động lượng của hệ bảo toàn: $m_\alpha v_\alpha + m_{\text{Po}} v_{\text{Po}} = 0$.

$$\text{Từ đó suy ra: } \frac{W_{\text{dPo}}}{W_{\text{d}\alpha}} = \frac{m_\alpha}{m_{\text{Po}}} \Rightarrow \frac{W_{\text{d}\alpha} + W_{\text{dPo}}}{W_{\text{d}\alpha}} = \frac{m_\alpha + m_{\text{Po}}}{m_{\text{Po}}} = \frac{222}{218}$$

Năng lượng toả ra khi 1 hạt phân rã:

$$W_1 = W_{\text{d}\alpha} + W_{\text{dPo}} = W_{\text{d}\alpha} \frac{222}{218} \approx 5,6 \text{ MeV}$$

Số hạt ban đầu có trong 1g Rn là:

$$N_0 = \frac{1}{222} N_A = \frac{1}{222} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \approx 2,7 \cdot 10^{21}$$

Trong 19 ngày (bằng 5.3,8 ngày = 5T) số hạt bị phân rã là:

$$\Delta N = N_0 \left(1 - \frac{1}{2^5} \right) = \frac{31}{32} N_0$$

Nhiệt lượng toả ra:

$$W = \frac{31}{32} N_0 W_1 = \frac{31}{32} \cdot 2,7 \cdot 10^{21} \cdot 5,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \approx 2,3 \cdot 10^9 \text{ J}$$

Ví dụ 3. Sau một số phóng xạ α và phóng xạ β^- , hạt nhân ${}_{92}^{238}\text{U}$ biến thành hạt nhân chì ${}_{82}^{206}\text{Pb}$. Biết chu kỳ bán rã tổng hợp là $T = 4,6 \cdot 10^9$ năm. Giả thiết lúc đầu trong quặng này chỉ chứa urani. Xác định tuổi của quặng urani trong hai trường hợp sau:

- Tỉ lệ giữa số nguyên tử chì và số nguyên tử urani hiện tại là 1 : 32.
- Tỉ lệ giữa khối lượng chì và khối lượng urani hiện tại là 1 : 32.

Hướng dẫn giải

a) Tỉ số giữa số nguyên tử urani hiện nay và lúc đầu là:

$$\frac{N}{N_0} = \frac{32}{32+1} = \frac{32}{33}$$

Theo định luật phóng xạ $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$, suy ra:

$$\frac{\ln 2}{T} t = \ln \frac{32}{33} \approx 0,03077; t = \frac{0,03077 \cdot 4,6 \cdot 10^9}{0,693} \approx 2,04 \cdot 10^8 \text{ năm}$$

b) Theo giả thiết $\frac{m_U}{m_{Pb}} = \frac{N_U \cdot 238}{N_{Pb} \cdot 206} = \frac{32}{1}$. Từ đó tìm được:

$$\frac{N_U}{N_0} = \frac{N_U}{N_U + N_{Pb}} = \frac{32 \cdot 206}{32 \cdot 206 + 238} = \frac{6592}{6830} = e^{-\lambda t};$$

$$\frac{0,693}{T} t = \ln \frac{6830}{6592} \approx 0,03547 \Rightarrow t = \frac{0,03547 \cdot 4,6 \cdot 10^9}{0,693} \approx 2,35 \cdot 10^8 \text{ năm}$$

Ví dụ 4. Người ta tiêm vào máu một người một lượng nhỏ dung dịch chứa chất phóng xạ ${}_{11}^{24}\text{Na}$ có độ phóng xạ H_0 . Sau 5 giờ, người ta lấy ra 1 cm^3 máu người đó thì thấy độ phóng xạ của lượng máu này là $H_1 = 1,4 \cdot 10^{-4} H_0$. Biết chu kỳ bán rã của ${}_{11}^{24}\text{Na}$ là 15 giờ. Tìm thể tích máu của người được tiêm.

Hướng dẫn giải

Sau $t = 5 \text{ h}$, độ phóng xạ còn lại là $H = H_0 2^{-\frac{t}{T}} = H_0 2^{-\frac{1}{3}} \approx 0,794 H_0$.

$$\text{Thể tích máu là } V = \frac{H}{H_1} = \frac{0,794 \cdot H_0}{1,4 \cdot 10^{-4} H_0} \approx 5670 \text{ cm}^3.$$

Ví dụ 5. Urani phân rã thành radi. Radi cũng là chất phóng xạ. Biết chu kỳ bán rã của urani là $T_U = 4,5 \cdot 10^9$ năm và rất lớn so với chu kỳ bán rã T_{Ra} của radi. Trong quặng urani cứ $2,8 \cdot 10^6$ nguyên tử urani thì có một nguyên tử radi (tỉ lệ này không đổi). Hãy tính chu kỳ bán rã T_{Ra} của radi.

Vì chu kỳ bán rã của urani rất lớn nên xét trong thời gian nhỏ, số hạt urani hầu như không đổi. Để tỉ lệ các nguyên tử urani và radi không đổi thì số hạt radi tạo thành phải bằng số hạt radi bị phân rã trong mỗi giây.

Như vậy, độ phóng xạ của urani phải bằng độ phóng xạ của radi:

$$\lambda_U N_U = \lambda_{Ra} N_{Ra} \Rightarrow \frac{\lambda_U}{\lambda_{Ra}} = \frac{N_{Ra}}{N_U} \Rightarrow \frac{T_{Ra}}{T_U} = \frac{N_{Ra}}{N_U} = \frac{1}{2,8 \cdot 10^6}.$$

$$T_{Ra} = \frac{T_U}{2,8 \cdot 10^6} = \frac{4,5 \cdot 10^9}{2,8 \cdot 10^6} \approx 1600 \text{ năm}$$

Ví dụ 6. Hằng số phóng xạ của một chất

- A. tỉ lệ với khối lượng của chất phóng xạ.
- B. tỉ lệ với chu kì bán rã.
- C. không phụ thuộc vào bản chất của chất phóng xạ.
- D. không phụ thuộc vào môi trường đặt chất phóng xạ.

Hướng dẫn chọn đáp án

Hằng số phóng xạ không phụ thuộc vào khối lượng mà phụ thuộc vào bản chất của chất phóng xạ và tỉ lệ nghịch với chu kì bán rã. Do đó các phương án A, B, C sai. D đúng vì hằng số phóng xạ cũng như chu kì bán rã không phụ thuộc vào môi trường đặt chất phóng xạ.

Ví dụ 7. Độ phóng xạ của một mẫu ở thời điểm t_1 là H_1 , ở thời điểm t_2 là H_2 ($H_2 < H_1$). Chu kì bán rã là T . Số nguyên tử phân rã trong thời gian $(t_2 - t_1)$ là:

- A. $\Delta N = (H_1 - H_2)T$.
- B. $\Delta N = \ln 2 \cdot (H_1 - H_2)T$.
- C. $\Delta N = \frac{(H_1 - H_2)T}{\ln 2}$.
- D. $\Delta N = \frac{T}{\ln 2(H_1 - H_2)}$.

Hướng dẫn giải

$$\Delta N = N_1 - N_2 = \frac{H_1}{\lambda} - \frac{H_2}{\lambda} = \frac{H_1 - H_2}{\frac{\ln 2}{T}} = \frac{(H_1 - H_2)T}{\ln 2}. \text{ Chọn C.}$$

C. BÀI TẬP ÔN LUYỆN

5.34. Ban đầu có 100 g chất $^{131}_{53}\text{I}$ có chu kì bán rã 8,9 ngày.

- *a) Sau 2 tuần lễ, khối lượng $^{131}_{53}\text{I}$ còn lại là bao nhiêu?
- b) Sau bao nhiêu lâu số $^{131}_{53}\text{I}$ chỉ còn lại là 1 gam?

5.35. Cho $^{226}_{88}\text{Ra}$ là chất phóng xạ α và có chu kì bán rã 1620 năm. Tính thể tích lượng khí heli ở điều kiện chuẩn được phát ra trong một năm từ 5mg radi.

5.36. Gọi τ là khoảng thời gian để số hạt nhân nguyên tử của một chất phóng xạ giảm đi e lần (T được gọi là thời gian sống trung bình của hạt phóng xạ). Sau thời gian $t = 0,5\tau$, số hạt nhân của chất phóng xạ đó còn lại bao nhiêu phần trăm?

5.37. Trong phóng xạ γ , một hạt nhân có khối lượng M đang đứng yên thì phóng ra photon với bước sóng λ . Theo thuyết tương đối hẹp, năng lượng toả ra và khối lượng hạt nhân đã giảm đi một lượng là bao nhiêu trong phóng xạ này?

5.38. Chứng minh rằng tồn tại một giá trị thời gian θ nào đó mà cứ sau khoảng thời gian này khối lượng chất phóng xạ giảm đi 3 lần. Tìm θ theo chu kì bán rã là T .

5.39. Chu kì bán rã của radi là 1600 năm.

- a) Tìm thời gian sống trung bình của nguyên tử radi (thời gian để số hạt nhân radi giảm đi e lần).
- b) Tính xác suất để 1 nguyên tử radi bị phân rã trong 1 giờ.

5.40. Trong khoảng thời gian 492 ngày có 87,5% số hạt nhân của $^{45}_{20}\text{Ca}$ bị phân rã. Chu kì bán rã của $^{45}_{20}\text{Ca}$ là

- A. 82 ngày.
- *B. 164 ngày.
- C. 61,5 ngày.
- D. 430,5 ngày.

5.41. Triti phóng xạ với chu kì bán rã 12,3 năm. Sau bao lâu thì độ phóng xạ của một lượng triti chỉ bằng 20% giá trị ban đầu?

A. 61,5 năm. B. 40,8 năm. *C. 28,6 năm. D. 2,46 năm.

5.42. Một chất có hằng số phân rã là λ . Sau thời gian bằng $\frac{2}{\lambda}$, số phần trăm hạt nhân của chất phóng xạ bị phân rã là

*A. 95%. B. 2,5%. C. 5%. D. 97,5%.

5.43. Một mẫu đồng vị radôn (^{222}Rn) có chu kỳ bán rã là 3,8 ngày và có khối lượng ban đầu là m_0 . Sau 19 ngày, khối lượng chất này có độ phóng xạ 0,5 Ci. Khối lượng m_0 là

*A. 103 μg . B. 0,31mg. C. 0,13 μg . D. 1,3 mg.

5.44. Lúc đầu, tỉ số khối lượng của chất phóng xạ A đối với B là 3 : 1. Nếu chu kỳ bán rã của chúng tương ứng là T và $\frac{4T}{3}$ thì sau thời gian bằng 4T tỉ số khối lượng của A đối với B là

A. 1. B. 2. *C. $\frac{3}{2}$. D. $\frac{2}{3}$.

5.45. Một tượng cổ bằng gỗ có độ phóng xạ H. Một khúc gỗ của cây vừa mới chặt, có cùng khối lượng có độ phóng xạ là 1,5H. Chu kỳ bán rã của C^{14} là 5730 năm. Tuổi của tượng cổ này là

A. 4100 năm. B. 3510 năm. *C. 3350 năm. D. 3210 năm.

5.46. Một lượng chất có độ phóng xạ 288 Bq ở thời điểm bắt đầu quan sát. Sau 328 ngày độ phóng xạ của chất đó đo được là 72Bq. Chu kỳ bán rã của chất đó là

A. 82 ngày. *B. 164 ngày. C. 41 ngày. D. 123 ngày.

5.47. Số hạt của một lượng chất giảm 3 lần trong thời gian t. Hằng số phóng xạ của chất này là

A. $\lambda = \frac{\ln 2}{t}$. *B. $\lambda = \frac{\ln 3}{t}$. C. $\lambda = \frac{\ln 2}{t \cdot \ln 3}$. D. $\lambda = \frac{t \cdot \ln 3}{\ln 2}$.

5.48. Một chất có hằng số phóng xạ $\lambda = 0,5544 \cdot \text{s}^{-1}$ Sau thời gian bao lâu sẽ có 87,5% số hạt nhân ban đầu của chất này bị phân rã?

A. 0,75s. B. 1,25s. C. 2,5s. *D. 3,75s.

5.49. Có hai chất phóng xạ A và B với hằng số phóng xạ là λ_1, λ_2 với $\lambda_2 = 4\lambda_1$. Lúc đầu chúng có khối lượng tương ứng là m_0 và $2m_0$. Sau khoảng thời gian bằng bao nhiêu khối lượng của chúng bằng nhau?

A. $t = \frac{\ln 2}{\lambda_1}$. B. $t = \frac{\ln 2}{4\lambda_1}$. *C. $t = \frac{\ln 4}{3\lambda_1}$. D. $t = \frac{\ln 2}{3\lambda_1}$.

H O C M A I

GIẢI CHI TIẾT

5.1. Bán kính và điện tích riêng (q/m) của đồng vị O16 tương ứng là

$$R_{O16} = R_0 \sqrt[3]{16}; \quad \frac{q}{m_{O16}} = \frac{8e}{16u}; \quad \text{của đồng vị O18 là } R_{O18} = r_0 \sqrt[3]{18}; \quad \frac{q}{m_{O18}} = \frac{8e}{18u};$$

$$\text{Các tỉ số cần tìm là: } \sqrt[3]{\frac{16}{18}} = \sqrt[3]{\frac{8}{9}} \text{ và } \frac{18}{16} = \frac{9}{8}.$$

5.2. Trong mỗi phân tử CO₂ có: 12 + 2.16 = 44 nuclôn nên tổng số nuclôn là

$$N = \frac{100}{44} \cdot 6.02 \cdot 10^{23} \cdot 44 = 6,02 \cdot 10^{25}.$$

5.3. Gọi tỉ lệ số hạt của C/35 trong tự nhiên là x thì:

$$\mu = \frac{x \cdot 34,969 + (1-x) \cdot 36,996}{1} = 35,45u;$$

$$x = \frac{36,996 - 35,45}{36,996 - 34,969} \approx 0,758 = 75,8\%$$

5.4. Áp dụng công thức: $m = \frac{277 \cdot 14,00307 + 1 \cdot 15,00011}{(277+1)} \approx 14,0067u$.

5.5. ${}_{5}^{11}\text{B}; {}_{1}^3\text{T}; {}_{3}^7\text{Li}$.

5.6. Chọn C.

5.7. Chọn B.

5.8. Chọn C.

5.9. Chọn A.

5.10. Chọn D. Căn cứ vào công thức tính gần đúng bán kính hạt nhân:

$R = 1,2 \cdot 10^{-15} A^{\frac{1}{3}}$ ta thấy thể tích hạt nhân $V \sim R^3 \sim A$. Khối lượng hạt nhân m tính gần đúng cũng tỉ lệ với A : $m \sim A(u)$. Do đó, khối lượng riêng $D = \frac{m}{V}$ không phụ thuộc vào A mà có giá trị gần như bằng nhau đối với mọi hạt nhân và không phụ thuộc vào số Z .

5.11. Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}_{7}^{12}\text{N}$ là:

$$W_{lk} = (7m_p + 7m_n - m_n)c^2 = (7 \cdot 1,007276 + 7 \cdot 1,008665 - 13,9992) \cdot 931,5 \\ = 104,6 \text{ MeV}$$

$$\text{Năng lượng liên kết riêng: } \frac{W_{lk}}{A} = \frac{104,6}{14} \approx 7,47 \text{ MeV}.$$

5.12. Năng lượng tỏa ra khi tạo thành 1 hạt nhân He:

$$W_1 = 2m_p + 2m_n - m$$

$$= (2 \cdot 1,007276 + 2 \cdot 1,008665 - 4,0015) \cdot 931,5 \approx 28,3 \text{ MeV}$$

Năng lượng tỏa ra khi tạo thành 1 kg hạt nhân He:

$$W = \frac{1}{4} \cdot 6,022 \cdot 10^{26} \cdot 28,3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} = 6,8 \cdot 10^{14} \text{ J}$$

5.13. a) Gọi m_e là khối lượng của electron

Khối lượng các hạt nhân là:

$$M_{U235} = m_{U235} - 92m_e; \quad M_{U236} = m_{U236} - 92m_e$$

Theo định luật bảo toàn năng lượng, năng lượng cần cung cấp là:

$$\Delta E = (m_n + M_{U235} - M_{U236})c^2 = (m_n + m_{U235} - 92m_e - m_{U236} + 92m_e)c^2$$

$$= (1,008665 + 235,0439 - 236,0457) \cdot 931,5 = 6,39 \text{ MeV}$$

b) Không thể vì hạt nhân U_{235} và neutron sẽ bắn ra theo hai hướng khác nhau. Hạt nhân U_{235} có động năng ban đầu nào đó đó và thường ở trạng thái kích thích.

5.14. Chọn C.

5.15. Chọn C. vì có các hạt nhân có tỉ số này giống nhau nhưng tính chất vẫn khác nhau.

5.16. Chọn B.

5.17. Chọn D.

5.18. Chọn B.

5.19. Chọn A. Khối lượng hạt nhân ^{12}C là:

$$m_{C12} = 12 \cdot 1,66058 \cdot 10^{-27} - 6,9 \cdot 1 \cdot 10^{-31} \approx 19,9215 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Độ hụt khối lượng:

$$\Delta m = 3 \cdot 4,0015 \cdot 1,66058 \cdot 10^{-27} - 19,9215 \cdot 10^{-27} \approx 1,293 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$$

$$f = \frac{\Delta mc^2}{h} = \frac{1,293 \cdot 10^{-29} (3 \cdot 10^8)^2}{6,625 \cdot 10^{-34}} \approx 1,76 \cdot 10^{21} \text{ Hz}$$

5.21. Chọn A. Độ hụt khối của hạt nhân là: $\Delta m = \frac{W_{\text{lk}}}{c^2} = \frac{7,75 \cdot 17}{931,5} \approx 0,14144 \text{ u}$.

Khối lượng của hạt nhân:

$$m = 8m_p + 9m_n - \Delta m = 8 \cdot 1,007276 + 9 \cdot 1,008665 - 0,14144 \approx 16,995 \text{ u}$$

5.22. Phương trình phản ứng là: $^{234}_{92}\text{U} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^{230}_{90}\text{Th}$

Bỏ qua các bức xạ kèm theo. Động lượng của hệ bảo toàn:

$$m_{\text{He}} v_{\text{He}} + m_{\text{Th}} v_{\text{Th}} = 0$$

$$|v_{\text{Th}}| = \frac{m_{\text{He}}}{m_{\text{Th}}} v_{\text{He}} = \frac{4}{230} v_{\text{He}} \approx 0,0174 v_{\text{He}}$$

5.23. $hf = (m - m_0)c^2 \Rightarrow m_0 = m - \frac{hf}{c^2} = 8,02434 - \frac{17,2}{931} \approx 8,005865 \text{ u}$.

5.24. Chọn D.

5.25. Chọn C.

5.26. Chọn D.

5.27. Chọn B. Bản chất của tia γ và của ánh sáng giống nhau, cùng là bức xạ điện từ.

5.28. Chọn C. Khối lượng hạt α gấp khoảng 7000 lần khối lượng hạt β nên gia tốc thu được nhỏ hơn, do đó lệch ít hơn.

5.29. Chọn D.

5.30. Chọn B.

5.31. Chọn C.

5.32. Chọn D.

5.33. Chọn C.

5.34. a) $\lambda t = \ln 2 \frac{t}{T} = 0,693 \frac{14}{8,9} \approx 0,9$; $m = m_0 e^{-\lambda t} = 100 \cdot e^{-0,9} \approx 33,6 \text{ g}$.

b) $\lambda t = \ln \frac{m_0}{m}$; $0,693 \frac{t}{T} = \ln 100 \approx 4,605$; $t \approx 59$ ngày.

5.35. Vì $t = 1$ năm $\ll T$ nên số hạt phát ra trong 1 năm là:

$$\Delta N = \lambda t N_0 = 0,693 \frac{t}{T} \frac{m}{222} N_A$$

Thể tích khí là: $V = \frac{\Delta N}{N_A} 22,4 = 0,693 \frac{t}{T} \frac{m}{222} \cdot 22,4 \approx 2,16 \cdot 10^{-7} \text{ lít}$

5.36. Trước hết ta tìm thời gian τ : $N = N_0 e^{-\lambda t} = \frac{N_0}{e} \Rightarrow t = \frac{1}{\lambda} = \frac{T}{\ln 2}$.

$$\text{Với } t = \frac{\tau}{2} \text{ thì } N = N_0 e^{-\lambda t/2} = N_0 (e^{-\lambda \tau})^{\frac{1}{2}} = N_0 e^{-0,5} \approx 0,607.$$

Số hạt còn lại là 60,7 %.

5.37. Năng lượng photon là theo định luật bảo toàn động lượng: $Mv = \frac{h}{\lambda}$

$$\text{nên có động năng: } M \frac{v^2}{2} = \frac{h^2}{2M\lambda^2}.$$

Năng lượng toả ra là: $W = \frac{v^2}{\lambda} + \frac{h^2}{2M\lambda^2}$, phân khối lượng giảm đi là:

$$\Delta m = \frac{W}{c^2} = \frac{h}{\lambda c} + \frac{h^2}{2M\lambda^2 c^2}$$

5.38. $N = \frac{N_0}{3}$. Thay $N = N_0 e^{-\lambda t}$ ta có:

$$\frac{N_0}{3} = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow e^{\lambda t} = 3 \Rightarrow t = T \frac{\ln 3}{\ln 2} \approx 1,59T = \text{hs}$$

5.39. a) $N = N_0 e^{-\lambda t} = \frac{N_0}{e} \Rightarrow t = \frac{1}{\lambda} = \frac{T}{\ln 2} = \frac{1600}{0,693} \approx 2300$ năm.

$$\text{b) Vì } \lambda t \ll 1 \text{ nên } \frac{\Delta N}{N_0} = 1 - e^{-\lambda t} \approx \lambda t \approx \frac{0,693 \cdot 3600}{1600 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 365} \approx 4,9 \cdot 10^{-8}.$$

5.40. Chọn B.

5.41. Chọn C. Từ giả thiết, độ phóng xạ và do đó khối lượng chất phóng xạ giảm đi 10 lần

$$m = m_0 e^{-\lambda t} = 0,2m_0; \lambda t = \ln 5 \approx 1,61 \Rightarrow t = T \frac{1,61}{0,693} \approx 28,6 \text{ năm.}$$

5.42. Chọn A. Sau thời gian bằng $\frac{2}{\lambda}$, số hạt còn lại là:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-3} = \frac{N_0}{e^3} \approx 0,05 = 5\%$$

Số hạt bị phân rã là 95 %.

$$\begin{aligned} \text{5.43. Chọn A. } H &= \frac{\ln 2}{T} \frac{m}{A} N_A \Rightarrow m = \frac{ATH}{\ln 2 \cdot N_A} \\ &= \frac{222 \cdot 3,8 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 0,5 \cdot 3,7 \cdot 10^{10}}{0,693 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}} \approx 3,23 \cdot 10^{-6} \text{ g.} \end{aligned}$$

$$m_0 = m 2^{\frac{t}{T}} = m \cdot 2^5 = 32m \approx 1,03 \cdot 10^{-4} \text{ g}$$

5.44. Chọn C. $m_1 = m_0 e^{-\lambda_1 t}; m_2 = km_0 e^{-\lambda_2 t}. m_1 = 3m_0 e^{-\lambda_1 t}; m_2 = m_0 e^{-\lambda_2 t}$

$$\Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{3m_0 2^{\frac{t}{T_1}}}{m_0 2^{\frac{t}{T_2}}} = 3 \cdot 2^{\frac{t}{T_2} - \frac{t}{T_1}} = 3 \cdot 2^{3-4} = \frac{3}{2}$$

5.45. Chọn C. $H = H_0 e^{-\lambda t} \lambda t = \ln 1,5; t = T \frac{\ln 1,5}{\ln 2} \approx 3350$ năm.

5.46. Chọn B. $H_0 = 4H$ nên $T = \frac{t}{2} = 164$ ngày.

5.47. Chọn B. $N = N_0 e^{-\lambda t} = \frac{1}{3} N_0 \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 3}{t}$

5.48. Chọn D. $T = \frac{0,693}{\lambda} = \frac{0,693}{0,5544} = 1,25s; t = 3T = 3,75s$

5.49. Chọn C. $m_0 e^{-\lambda_1 t} = 4m_0 e^{-\lambda_2 t}; e^{\lambda_2 - \lambda_1 t} = 4; t = \frac{\ln 4}{\lambda_2 - \lambda_1} = \frac{\ln 4}{3\lambda_1}$.



H O C M A I