

Bài giảng số 07:

**MỘT SỐ BÀI TOÁN HAY VÀ KHÓ VLHN**

Đây đề thi đi kèm với Bài giảng một số bài toán hay và khó vật lí hạt nhân thuộc khóa học luyện thi ĐH – CĐ môn Vật lí tại website Hocmai.vn. Để có thể nắm vững nội dung kiến thức Bài giảng một số bài toán hay và khó vật lí hạt nhân, Bạn cần kết hợp xem tài liệu bài giảng cùng với bài giảng này.

**Câu 1:** Một bệnh nhân điều trị bằng đồng vị phóng xạ, dùng tia  $\gamma$  để diệt tế bào bệnh. Thời gian chiếu xạ lần đầu là  $\Delta t = 22$  phút, cứ sau 20 ngày thì bệnh nhân phải tới bệnh viện khám bệnh và tiếp tục chiếu xạ. Biết đồng vị phóng xạ đó có chu kỳ bán rã  $T = 3$  tháng (coi  $\Delta t \ll T$  và một tháng gồm 30 ngày) và vẫn dùng nguồn phóng xạ trong lần đầu. Hỏi lần chiếu xạ thứ ba phải tiến hành trong bao lâu để bệnh nhân được chiếu xạ với cùng một lượng tia  $\gamma$  như lần đầu?  
A. 28 phút. B. 24 phút. C. 36 phút. **D. 30 phút.**

**Câu 2:** Một bệnh nhân điều trị bằng đồng vị phóng xạ, dùng tia  $\gamma$  để diệt tế bào bệnh. Thời gian chiếu xạ lần đầu là  $\Delta t = 23$  phút, cứ sau 25 ngày thì bệnh nhân phải tới bệnh viện khám bệnh và tiếp tục chiếu xạ. Biết đồng vị phóng xạ đó có chu kỳ bán rã  $T = 3$  tháng (coi  $\Delta t \ll T$  và một tháng gồm 30 ngày) và vẫn dùng nguồn phóng xạ trong lần đầu. Hỏi lần chiếu xạ thứ ba phải tiến hành trong bao lâu để bệnh nhân được chiếu xạ với cùng một lượng tia  $\gamma$  như lần đầu?  
**A. 33,8 phút.** B. 24 phút. C. 32 phút. D. 30 phút.

**Câu 3.** Một chất phóng xạ  $\beta^-$ , ban đầu trong thời gian 4 phút có 350 nguyên tử bị phân rã nhưng sau 3 giờ trong thời gian 2 phút có 32 nguyên tử bị phân rã. Xác định chu kỳ bán rã của chất đó.  
**A. 1,22 giờ.** B. 3,2 giờ. C. 2,2 giờ. D. 1,8 giờ.

**Câu 4.** Một chất phóng xạ  $\beta^-$ , ban đầu trong thời gian 2 phút có 500 nguyên tử bị phân rã nhưng sau 4 giờ trong thời gian 5 phút có 60 nguyên tử bị phân rã. Xác định chu kỳ bán rã của chất đó.  
A. 1,02 giờ. B. 1,22 giờ. **C. 0,91 giờ.** D. 0,81 giờ.

**Câu 5.** Chất phóng xạ  $^{210}_{84}\text{Po}$  có chu kỳ bán rã 138,4 ngày. Người ta dùng máy để đếm số hạt phóng xạ mà chất này phóng ra. Lần thứ nhất đếm trong  $\Delta t = 1$  phút (coi  $\Delta t \ll T$ ). Sau lần đếm thứ nhất 15 ngày người ta dùng máy đếm lần thứ 2. Để máy đếm được số hạt phóng xạ bằng số hạt máy đếm trong lần thứ nhất thì cần thời gian là  
A. 68 s B. 72 s C. 62 s **D. 65 s**

**Câu 6.** Người ta dùng hạt proton bắn vào hạt nhân  $^7_3\text{Li}$  đứng yên, để gây ra phản ứng  $^1_1\text{P} + ^7_3\text{Li} \rightarrow 2\alpha$ . Biết phản ứng tỏa năng lượng và hai hạt  $\alpha$  có cùng động năng. Lấy khối lượng các hạt theo đơn vị u gần bằng số khối của chúng. Góc  $\varphi$  tạo bởi hướng của các hạt  $\alpha$  có thể là:

- A. Có giá trị bất kì. B.  $60^0$  C.  $160^0$  D.  $120^0$

**Câu 7.** Cho proton có động năng  $K_p = 3,25 \text{ MeV}$  bắn phá hạt nhân Liti  ${}^7_3\text{Li}$  đứng yên. Sau phản ứng xuất hiện hai hạt X giống nhau, có cùng động năng và có phương chuyển động hợp với phương chuyển động của proton góc  $\varphi$  như nhau. Cho biết  $m_p = 1,0073u$ ;  $m_{Li} = 7,0142u$ ;  $m_X = 4,0015u$ ;  $1u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ . Coi phản ứng không kèm theo phóng xạ gamma giá trị của góc  $\varphi$  là

- A.  $82,45^0$  B.  $40,9^0$  C.  $78,9^0$  D.  $81,87^0$ .

**Câu 8:** Người dùng proton có  $2,0 \text{ MeV}$  vào Nhân  ${}^7\text{Li}$  đứng yên thì thu hai nhân X có cùng động năng. Năng lượng liên kết của hạt nhân X là  $28,3 \text{ MeV}$  và độ hụt khối của hạt  ${}^7\text{Li}$  là  $0,0421u$ . Cho  $1u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ ; khối lượng hạt nhân tính theo u xấp xỉ bằng số khối. Tốc độ của hạt nhân X bằng

- A.  $1,96 \text{ m/s}$ . B.  $2,20 \text{ m/s}$ . C.  $2,16 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ . D.  $1,93 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ .

**Giải:**

Ta có phương trình phản ứng:  ${}_1^1\text{H} + {}_3^7\text{Li} \rightarrow 2{}_2^4\text{X}$

$$\Delta m_X = 2m_p + 2m_n - m_X \rightarrow m_X = 2m_p + 2m_n - \Delta m_X \quad \text{với } \Delta m_X = \frac{28,3}{931,5} = 0,0304u$$

$$\Delta m_{Li} = 3m_p + 4m_n - m_{Li} \rightarrow m_{Li} = 3m_p + 4m_n - \Delta m_{Li}$$

$$\Delta M = 2m_X - (m_{Li} + m_p) = \Delta m_{Li} - 2\Delta m_X = -0,0187u < 0; \text{ phản ứng tỏa năng lượng } \Delta E$$

$$\Delta E = 0,0187 \cdot 931,5 \text{ MeV} = 17,42 \text{ MeV}$$

$$2W_{dX} = \Delta E + K_p = 19,42 \text{ MeV} \rightarrow W_{dX} = \frac{mv^2}{2} = 9,71 \text{ MeV}$$

$$v = \sqrt{\frac{2W_{dX}}{m}} = \sqrt{\frac{2W_{dX}}{4u}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,71 \text{ MeV}}{4 \cdot 931,5 \frac{\text{MeV}}{c^2}}} = c \sqrt{\frac{2 \cdot 9,71}{4 \cdot 931,5}} = 3 \cdot 10^8 \cdot 0,072 = 2,16 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

**Câu 9:** Tiêm vào máu bệnh nhân  $10 \text{ cm}^3$  dung dịch chứa  ${}^{24}_{11}\text{Na}$  có chu kỳ bán rã  $T = 15 \text{ h}$  với nồng độ  $10^{-3} \text{ mol/lít}$ . Sau 6h lấy  $10 \text{ cm}^3$  máu tìm thấy  $1,5 \cdot 10^{-8} \text{ mol Na24}$ . Coi Na24 phân bố đều. Thể tích máu của người được tiêm khoảng

- A. 5 lít. B. 6 lít. C. 4 lít. D. 8 lít.

**Giải:** Số mol Na24 tiêm vào máu:  $n_0 = 10^{-3} \cdot 10^{-2} = 10^{-5} \text{ mol}$ .

$$\text{Số mol Na24 còn lại sau 6h: } n = n_0 e^{-\lambda t} = 10^{-5} \cdot e^{-\frac{\ln 2 \cdot t}{T}} = 10^{-5} \cdot e^{-\frac{\ln 2 \cdot 6}{15}} = 0,7579 \cdot 10^{-5} \text{ mol}.$$

$$\text{Thể tích máu của bệnh nhân } V = \frac{0,7579 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-2}}{1,5 \cdot 10^{-8}} = \frac{7,578}{1,5} = 5,05 \text{ l} \approx 5 \text{ lit}$$

**Câu 10.** Để xác định lượng máu trong bệnh nhân người ta tiêm vào máu một người một lượng nhỏ dung dịch chứa đồng vị phóng xạ Na24 (chu kỳ bán rã 15 giờ) có độ phóng xạ  $2 \mu\text{Ci}$ . Sau 7,5 giờ người ta lấy ra  $1 \text{ cm}^3$  máu người đó thì thấy nó có độ phóng xạ 10 Bq. Thể tích máu của người đó bằng bao nhiêu?

- A. 6,25 lít B. 5,54 lít C. 5,52 lít D. 5,23 lít

**Câu 11:** Ngày nay tỉ lệ của U235 là 0,72% urani tự nhiên, còn lại là U238. Cho biết chu kỳ bán rã của chúng là  $7,04 \cdot 10^8$  năm và  $4,46 \cdot 10^9$  năm. Tỉ lệ của U235 trong urani tự nhiên vào thời kì trái đất được tạo thành cách đây 4,5 tỉ năm là

- A. 32%. B. 46%. C. 23%. D. 16%.

**Giải:**

$$N_1 = N_{01} e^{-\lambda_1 t} ; N_2 = N_{01} e^{-\lambda_2 t} \rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{N_{01}}{N_{02}} e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t}$$

$$\rightarrow \frac{N_{01}}{N_{02}} = \frac{N_1}{N_2} e^{(\lambda_1 - \lambda_2)t} = \frac{0,72}{99,28} e^{t(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}) \ln 2} = \frac{0,72}{99,28} e^{4,5(\frac{1}{0,704} - \frac{1}{4,46}) \ln 2} = 0,303$$

$$\frac{N_{01}}{N_{02}} = 0,3 \rightarrow \frac{N_{01}}{N_{01} + N_{02}} = \frac{0,3}{1,3} = 0,23 = 23\%. \text{ Chọn đáp án C}$$

**Câu 12:** Bắn phá hạt anpha vào hạt nhân  $^{14}_7\text{N}$  đang đứng yên tạo ra proton và  $^{17}_8\text{O}$ . Phản ứng thu năng lượng 1,52 MeV. Giả sử hai hạt sinh ra có cùng vecto vận tốc. Động năng của hạt anpha (xem khối lượng hạt nhân tính theo đơn vị u gần bằng số khối của nó) bằng bao nhiêu?

A. 1,36 MeV

B. 1,65 MeV

**C. 1,95 MeV**

D. 1,56 MeV

**Giải:**

Phương trình phản ứng  $^4_2\text{He} + ^{14}_7\text{N} \rightarrow ^1_1\text{H} + ^{17}_8\text{O}$ . Phản ứng thu năng lượng  $\Delta E = 1,21 \text{ MeV}$

Theo ĐL bảo toàn động lượng ta có;

$$m_\alpha v_\alpha = (m_H + m_O) v \quad (\text{với } v \text{ là vận tốc của hai hạt sau phản ứng}) \rightarrow v = \frac{m_\alpha v_\alpha}{m_H + m_O} = \frac{2}{9} v_\alpha$$

$$K_\alpha = \frac{m_\alpha v_\alpha^2}{2} = 2 v_\alpha^2$$

$$K_H + K_O = \frac{(m_H + m_O) v^2}{2} = \frac{(m_H + m_O)}{2} \left(\frac{2}{9}\right)^2 v_\alpha^2 = \frac{4}{9} v_\alpha^2 = \frac{2}{9} K_\alpha$$

$$K_\alpha = K_H + K_O + \Delta E \rightarrow K_\alpha - \frac{2}{9} K_\alpha = \frac{7}{9} K_\alpha = \Delta E$$

$$\rightarrow K_\alpha = \frac{9}{7} \Delta E = 1,95 \text{ MeV}. \text{ Chọn đáp án C}$$

**Câu 13:** Biết U235 có thể bị phân hạch theo phản ứng sau :  $^1_0n + ^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{139}_{53}\text{I} + ^{94}_{39}\text{Y} + 3^1_0n$

Khối lượng của các hạt tham gia phản ứng:  $m_U = 234,99332u$ ;  $m_n = 1,0087u$ ;  $m_I = 138,8970u$ ;  $m_Y = 93,89014u$ ;  $1uc^2 = 931,5\text{MeV}$ . Nếu có một lượng hạt nhân U235 đủ nhiều, giả sử ban đầu ta kích thích cho  $10^{12}$  hạt U235 phân hạch theo phương trình trên và sau đó phản ứng dây chuyền xảy ra trong khối hạt nhân đó với hệ số nhân neutron là  $k = 2$ . Coi phản ứng không phóng xạ gamma. Năng lượng tỏa ra sau 5 phân hạch dây chuyền đầu tiên (kể cả phân hạch kích thích ban đầu):

A. 175,85 MeV

**B.  $5,45 \cdot 10^{15} \text{ MeV}$**

C.  $5,45 \cdot 10^{13} \text{ MeV}$

D.  $8,79 \cdot 10^{12} \text{ MeV}$

**Giải:**

Năng lượng tỏa ra sau mỗi phân hạch:

$$\Delta E = (m_U + m_n - m_I - m_Y - 3m_n) c^2 = 0,18878 uc^2 = 175,84857 \text{ MeV} = 175,85 \text{ MeV}$$

Khi 1 phân hạch kích thích ban đầu sau 5 phân hạch dây chuyền số phân hạch xảy ra là

$$1 + 2 + 4 + 8 + 16 = 31$$

Do đó số phân hạch sau 5 phân hạch dây chuyền từ  $10^{10}$  phân hạch ban đầu  $N = 31 \cdot 10^{10}$

Năng lượng tỏa ra  **$E = N \Delta E = 31 \cdot 10^{12} \times 175,85 = 5,45 \cdot 10^{15} \text{ MeV}$  Chọn đáp án B**

**Câu 14.** Đồng vị  $^{31}_{14}\text{Si}$  phóng xạ  $\beta^-$ . Một mẫu phóng xạ  $^{31}_{14}\text{Si}$  ban đầu trong thời gian 5 phút có 190 nguyên tử bị phân rã nhưng sau 3 giờ trong thời gian 1 phút có 17 nguyên tử bị phân rã. Xác định chu kỳ bán rã của chất đó.

A. 2,5 h.

B. 2,6 h.

C. 2,7 h.

D. 2,8 h.

**Giải:**

$$\Delta N_1 = N_0 (1 - e^{-\lambda \Delta t_1}) \approx N_0 \lambda \Delta t_1 \quad (\Delta t_1 \ll T)$$

$$\Delta N_2 = N_0 e^{-\lambda t} (1 - e^{-\lambda \Delta t_2}) \approx N_0 \lambda \Delta t_2 e^{-\lambda t} \quad \text{với } t = 3h.$$

$$\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} = \frac{N_0 \lambda \Delta t_1}{N_0 \lambda \Delta t_2 e^{-\lambda t}} = e^{\lambda t} \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = 5 e^{\lambda t} = \frac{190}{17}$$

$$5e^{\lambda t} = \frac{190}{17} \Rightarrow e^{\lambda t} = \frac{38}{17} \Rightarrow \frac{\ln 2}{T} 3 = \ln \frac{38}{17} \Rightarrow T = 2,585h \approx 2,6h$$

**Câu 15:** Giả sử ban đầu có một mẫu phóng xạ X nguyên chất, có chu kỳ bán rã T và biến thành hạt nhân bền Y. Tại thời điểm  $t_1$  tỉ lệ giữa hạt nhân Y và hạt nhân X là k. Tại thời điểm  $t_2 = t_1 + 2T$  thì tỉ lệ đó là

- A.  $k + 4$ . B.  $4k/3$ . C.  $4k$ . D.  $4k + 3$ .

**Giải:**

Áp dụng công thức ĐL phóng xạ ta có:

$$\frac{N_{Y_1}}{N_{X_1}} = \frac{\Delta N_1}{N_1} = \frac{N_0(1 - e^{-\lambda t_1})}{N_0 e^{-\lambda t_1}} = k \Rightarrow e^{-\lambda t_1} = \frac{1}{k+1} \quad (1)$$

$$k_2 = \frac{N_{Y_2}}{N_{X_2}} = \frac{\Delta N_2}{N_2} = \frac{N_0(1 - e^{-\lambda t_2})}{N_0 e^{-\lambda t_2}} = \frac{(1 - e^{-\lambda(t_1+2T)})}{e^{-\lambda(t_1+2T)}} = \frac{1}{e^{-\lambda t_1} e^{-2\lambda T}} - 1 \quad (2)$$

Ta có

$$e^{-2\lambda T} = e^{-2 \frac{\ln 2}{T} T} = e^{-2 \ln 2} = \frac{1}{4} \quad (3). \text{ Thay (1), (3) vào (2) ta được tỉ lệ cần tìm:}$$

$$k_2 = \frac{1}{\frac{1}{k+1} \cdot \frac{1}{4}} - 1 = 4k + 3.$$

**Câu 8:** Có hai mẫu chất phóng xạ A và B thuộc cùng một chất có chu kỳ bán rã  $T = 138,2$  ngày và có khối lượng ban đầu như nhau. Tại thời điểm quan sát, tỉ số số hạt nhân hai mẫu chất  $\frac{N_B}{N_A} = 2,72$ . Tuổi của mẫu

A nhiều hơn mẫu B là

- A. 199,8 ngày B. 199,5 ngày C. 190,4 ngày D. 189,8 ngày

**Giải** Ta có  $N_A = N_0 e^{-\lambda t_1}$ ;  $N_B = N_0 e^{-\lambda t_2}$

$$\frac{N_B}{N_A} = e^{-\lambda(t_2-t_1)} = 2,72 \Rightarrow \frac{\ln 2}{T}(t_1 - t_2) = \ln 2,72 \rightarrow t_1 - t_2 = \frac{T \ln 2,72}{\ln 2} = 199,506 = 199,5 \text{ ngày}$$

**Câu 9:** Một bệnh nhân điều trị bằng đồng vị phóng xạ, dùng tia  $\gamma$  để diệt tế bào bệnh. Thời gian chiếu xạ lần đầu là  $\Delta t = 20$  phút, cứ sau 1 tháng thì bệnh nhân phải tới bệnh viện khám bệnh và tiếp tục chiếu xạ. Biết đồng vị phóng xạ đó có chu kỳ bán rã  $T = 4$  tháng (coi  $\Delta t \ll T$ ) và vẫn dùng nguồn phóng xạ trong lần đầu. Hỏi lần chiếu xạ thứ 3 phải tiến hành trong bao lâu để bệnh nhân được chiếu xạ với cùng một lượng tia  $\gamma$  như lần đầu?

- A. 28,2 phút. B. 24,2 phút. C. 40 phút. D. 20 phút.

**Giải:**

Lượng tia  $\gamma$  phóng xạ lần đầu:  $\Delta N_1 = N_0(1 - e^{-\lambda \Delta t}) \approx N_0 \lambda \Delta t$

(áp dụng công thức gần đúng: Khi  $x \ll 1$  thì  $1 - e^{-x} \approx x$ , ở đây coi  $\Delta t \ll T$  nên  $1 - e^{-\lambda t} = \lambda \Delta t$ )

Sau thời gian 2 tháng, một nửa chu kỳ  $t = T/2$ , Lượng phóng xạ trong nguồn phóng xạ sử dụng lần đầu còn

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} \cdot \frac{T}{2}} = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{2}}. \text{ Thời gian chiếu xạ lần này } \Delta t'$$

$$\Delta N' = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{2}} (1 - e^{-\lambda \Delta t'}) \approx N_0 e^{-\frac{\ln 2}{2}} \lambda \Delta t' = \Delta N$$

Do đó  $\Delta t' = e^{\frac{\ln 2}{2}} \Delta t = 1,41.20 = 28,2$  phút. **Chọn đáp án A**

**Câu 12:** Cho chùm neutron bắn phá đồng vị bền  $^{55}_{25}\text{Mn}$  ta thu được đồng vị phóng xạ  $^{56}_{25}\text{Mn}$ . Đồng vị phóng xạ  $^{56}_{25}\text{Mn}$  có chu kỳ bán rã  $T = 2,5h$  và phát xạ ra tia  $\beta^-$ . Sau quá trình bắn phá  $^{55}_{25}\text{Mn}$  bằng neutron kết thúc người ta thấy trong mẫu trên tỉ số giữa số nguyên tử  $^{56}_{25}\text{Mn}$  và số lượng nguyên tử  $^{55}_{25}\text{Mn} = 10^{-10}$ . Sau 10 giờ tiếp đó thì tỉ số giữa nguyên tử của hai loại hạt trên là:

- A.  $1,25 \cdot 10^{-11}$  B.  $3,125 \cdot 10^{-12}$  C.  $6,25 \cdot 10^{-12}$  D.  $2,5 \cdot 10^{-11}$

**Giải:** Sau quá trình bắn phá  $^{55}\text{Mn}$  bằng neutron kết thúc thì số nguyên tử của  $^{56}\text{Mn}$  giảm, còn số nguyên tử  $^{55}\text{Mn}$  không đổi. Sau 10 giờ = 4 chu kỳ số nguyên tử của  $^{56}\text{Mn}$  giảm  $2^4 = 16$  lần. Do đó thì tỉ số giữa nguyên tử của hai loại hạt trên là:

$$\frac{N_{\text{Mn}56}}{N_{\text{Mn}55}} = \frac{10^{-10}}{16} = 6,25 \cdot 10^{-12}$$

**Câu 16 :** Bắn hạt nhân  $\alpha$  có động năng 18 MeV vào hạt nhân  $^{14}_7\text{N}$  đứng yên ta có phản ứng

$\alpha + ^{14}_7\text{N} \rightarrow ^{17}_8\text{O} + \text{p}$ . Biết các hạt nhân sinh ra cùng véc tơ vận tốc. Cho  $m_\alpha = 4,0015\text{u}$ ;  $m_p = 1,0072\text{u}$ ;  $m_N = 13,9992\text{u}$ ;  $m_O = 16,9947\text{u}$ ; cho  $u = 931 \text{ MeV}/c^2$ . Động năng của hạt proton sinh ra có giá trị là bao nhiêu?

- A. 0,111 MeV      **B. 0,22 MeV**      C. 0,333 MeV      D. Đáp số khác

**Câu 17.** Một khối chất phóng xạ hỗn hợp gồm hai đồng vị với số lượng hạt nhân ban đầu như nhau. Đồng vị thứ nhất có chu kỳ  $T_1 = 2,4$  ngày đồng vị thứ hai có  $T_2 = 40$  ngày. Sau thời gian  $t_1$  thì có 87,5% số hạt nhân của hỗn hợp bị phân rã, sau thời gian  $t_2$  có 75% số hạt nhân của hỗn hợp bị phân rã. Tỉ số  $\frac{t_1}{t_2}$  là.

- A.  $t_1 = 1,5 t_2$ .      B.  $t_2 = 1,5 t_1$       C.  $t_1 = 2,5 t_2$       D.  $t_2 = 2,5 t_1$

**Giải:**

Gọi T là khoảng thời gian mà một nửa số hạt nhân của hỗn hợp hai đồng vị bị phân rã ( **chu kỳ bán rã của hỗn hợp, ta có thể tính được  $T = 5,277$  ngày**). Sau thời

gian  $t_1$  số hạt nhân của hỗn hợp còn lại  $N_1 = N_0 e^{-\lambda t_1} = \frac{N_0}{8} = \frac{N_0}{2^3} \rightarrow t_1 = 3T$  (\*)

Sau thời gian  $t_2$  số hạt nhân của hỗn hợp còn lại  $N_2 = N_0 e^{-\lambda t_2} = \frac{N_0}{4} = \frac{N_0}{2^2} \rightarrow t_2 = 2T$ . (\*\*).

Từ (\*) và (\*\*) suy ra  $\frac{t_1}{t_2} = \frac{3}{2}$  hay  $t_1 = 1,5 t_2$

**Câu 18:** để đo chu kỳ bán rã của 1 chất phóng xạ  $\beta^-$  người ta dùng máy đếm electron. Kể từ thời điểm  $t=0$  đến  $t_1 = 2$  giờ máy đếm ghi dc  $N_1$  phân rã/giây. Đến thời điểm  $t_2 = 6$  giờ máy đếm dc  $N_2$  phân rã/giây. Với  $N_2 = 2,3 N_1$ . tìm chu kỳ bán rã.

Đáp án

- A. 3,31 giờ.      **B. 4,71 giờ**      C. 14,92 giờ      D. 3,95 giờ

**Giải:**

$$H_1 = H_0 (1 - e^{-\lambda t_1}) \rightarrow N_1 = H_0 (1 - e^{-\lambda t_1})$$

$$H_2 = H_0 (1 - e^{-\lambda t_2}) \rightarrow N_2 = H_0 (1 - e^{-\lambda t_2})$$

$$\rightarrow (1 - e^{-\lambda t_2}) = 2,3(1 - e^{-\lambda t_1}) \rightarrow (1 - e^{-6\lambda}) = 2,3(1 - e^{-2\lambda})$$

$$\text{Đặt } X = e^{-2\lambda} \text{ ta có: } (1 - X^3) = 2,3(1 - X) \rightarrow (1 - X)(X^2 + X - 1,3) = 0.$$

$$\text{Do } X - 1 \neq 0 \rightarrow X^2 + X - 1,3 = 0 \rightarrow X = 0,745$$

$$e^{-2\lambda} = 0,745 \rightarrow -\frac{2 \ln 2}{T} = \ln 0,745 \rightarrow T = 4,709 = 4,71 \text{ h Chọn đáp án B}$$

**Câu 21:** Để đo chu kỳ bán rã T của một chất phóng xạ, người ta dùng máy đếm xung. Trong  $t_1$  giờ đầu tiên máy đếm được  $n_1$  xung; trong  $t_2 = 2t_1$  giờ tiếp theo máy đếm được  $n_2 = \frac{17}{256} n_1$  xung. Chu kỳ bán rã T có giá trị là bao nhiêu?

- A.  $T = t_1/2$       B.  $T = t_1/3$       **C.  $T = t_1/4$**       D.  $T = t_1/6$

**Giải**

$$\text{Ta có } n_1 = \Delta N_1 = N_0(1 - e^{-\lambda t_1})$$

$$n_2 = \Delta N_2 = N_1(1 - e^{-\lambda t_2}) = N_0 e^{-\lambda t_1} (1 - e^{-2\lambda t_1})$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{1 - e^{-\lambda t_1}}{e^{-\lambda t_1} (1 - e^{-2\lambda t_1})} = \frac{1 - X}{X(1 - X^2)} \quad (\text{Với } X = e^{-\lambda t_1})$$

do đó ta có phương trình:  $X^2 + X - \frac{n_1}{n_2} = \frac{9}{64}$  hay  $X^2 + X - \frac{9}{64} = 0$ .

Phương trình có các nghiệm  $X_1 = 0,125$  và  $X_2 = -1,125 < 0$  loại

$$e^{-\lambda t_1} = 0,125 \rightarrow -\lambda t_1 = \ln 0,125 \rightarrow -\frac{\ln 2}{T} t_1 = \ln 0,125$$

$$T = -\frac{\ln 2}{\ln 0,125} t_1 = \frac{t_1}{3}$$

**Câu 22.** Xét phản ứng:  $n + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{140}_{58}\text{Ce} + {}^{93}_{41}\text{Nb} + 3n + 7e^-$ . Cho năng lượng liên kết riêng  ${}^{235}\text{U}$  là 7,7 MeV, của  ${}^{140}\text{Ce}$  là 8,43 MeV, của  ${}^{93}\text{Nb}$  là 8,7 MeV. Năng lượng tỏa ra ở phản ứng trên bằng

**A. 179,8 MeV. B. 173,4 MeV. C. 82,75 MeV. D. 128,5 MeV.**

**Giải:** Năng lượng tỏa ra ở phản ứng

$$\Delta E = (m_n + m_U - m_{\text{Ce}} - m_{\text{Nb}} - 7m_n - 7m_e)c^2 = \Delta Mc^2$$

$$\text{Với: } m_U = 92m_p + 143m_n - \Delta m_U$$

$$m_{\text{Ce}} = 58m_p + 82m_n - \Delta m_{\text{Ce}}$$

$$m_{\text{Nb}} = 41m_p + 52m_n - \Delta m_{\text{Nb}}$$

$$\Delta M = \Delta m_{\text{Ce}} + \Delta m_{\text{Nb}} - \Delta m_U + 7m_n - 7m_p - 7m_e \approx \Delta m_{\text{Ce}} + \Delta m_{\text{Nb}} - \Delta m_U$$

$$W_{\text{LKR}} = \frac{W_{\text{LK}}}{A} \rightarrow W_{\text{lk}} = W_{\text{LKR}} \cdot A = \Delta mc^2 \rightarrow \Delta m = \frac{W_{\text{LKR}} A}{c^2}$$

$$\Delta m_U = 235 \cdot 7,7 \frac{\text{MeV}}{c^2} = 1809,5 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

$$\Delta m_{\text{Ce}} = 140 \cdot 8,43 \frac{\text{MeV}}{c^2} = 1180,2 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

$$\Delta m_{\text{Nb}} = 93 \cdot 8,7 \frac{\text{MeV}}{c^2} = 809,1 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

$$\text{Do đó } \Delta E = \Delta Mc^2 = 1180,2 + 809,1 - 1809,5 = 179,8 \text{ MeV.}$$

**Câu 23.** Trong phản ứng dây chuyền của hạt nhân  ${}^{235}\text{U}$ , phản ứng thứ nhất có 100 hạt nhân  ${}^{235}\text{U}$  bị phân rã và hệ số nhân neutron là 1,6. Tính tổng số hạt nhân bị phân rã đến phản ứng thứ 101.

**A.  $5,45 \cdot 10^{23}$  B.  $3,24 \cdot 10^{22}$  C.  $6,88 \cdot 10^{22}$  D.  $6,22 \cdot 10^{23}$**

**Giải:** Phản ứng thứ nhất có 100 hạt nhân  ${}^{235}\text{U}$  bị phân rã, phản ứng thứ hai có  $100 \times 1,6 = 160$  hạt nhân  ${}^{235}\text{U}$ ; phản ứng thứ ba có  $100 \times (1,6)^2$  hạt nhân  ${}^{235}\text{U}$ ; ..... phản ứng thứ 100 có  $100 \times (1,6)^{99}$  hạt nhân  ${}^{235}\text{U}$ .  
Tổng số hạt nhân bị phân rã đến phản ứng thứ 101

$$N = 100(1,6^0 + 1,6^1 + 1,6^2 + \dots + 1,6^{100}) = \frac{100(1,6^{101} - 1)}{1,6 - 1} = 6,88 \cdot 10^{22} \text{ hạt.}$$

**Câu 24.** Để xác định lượng máu trong bệnh nhân người ta tiêm vào máu một người một lượng nhỏ dung dịch chứa đồng vị phóng xạ Na24 (chu kỳ bán rã 15 giờ) có độ phóng xạ 2  $\mu\text{Ci}$ . Sau 7,5 giờ người ta lấy ra 1cm<sup>3</sup> máu người đó thì thấy nó có độ phóng xạ 502 phân rã/phút. Thể tích máu của người đó bằng bao nhiêu?

**A. 6,25 lít B. 6,54 lít C. 5,52 lít D. 6,00 lít**

**Giải:**

$$H_0 = 2,10^{-6} \cdot 3,7 \cdot 10^{10} = 7,4 \cdot 10^4 \text{ Bq; } H = 502 \text{ V phân rã/phút} = 8,37 \text{ V Bq (V thể tích của máu tính theo cm}^3\text{)}$$

$$H = H_0 2^{-t/T} = H_0 2^{-0,5} \rightarrow 2^{-0,5} = \frac{H}{H_0} = \frac{8,37 \text{ V}}{7,4 \cdot 10^4} \rightarrow 8,37 \text{ V} = 7,4 \cdot 10^4 \cdot 2^{-0,5}$$



$$V = \frac{7,4 \cdot 10^4 \cdot 2^{-0,5}}{8,37} = 6251,6 \text{ cm}^3 = 6,25 \text{ dm}^3 = 6,25 \text{ lit. Chọn đáp án A}$$

**Câu 25:** Người ta trộn 2 nguồn phóng xạ với nhau. Nguồn phóng xạ có hằng số phóng xạ là  $\lambda_1$ , nguồn phóng xạ thứ 2 có hằng số phóng xạ là  $\lambda_2$ . Biết  $\lambda_2 = 2\lambda_1$ . Số hạt nhân ban đầu của nguồn thứ nhất gấp 3 lần số hạt nhân ban đầu của nguồn thứ 2. Hằng số phóng xạ của nguồn hỗn hợp là

- A.  $1,2\lambda_1$  B.  $1,5\lambda_1$  C.  $2,5\lambda_1$  D.  $3\lambda_1$

**GIẢI.**

Gọi  $N_{01}$  là số hạt nhân ban đầu của nguồn phóng xạ 1

Gọi  $N_{02}$  là số hạt nhân ban đầu của nguồn phóng xạ 2. Thì  $N_{02} = N_{01}/3$ .

Sau thời gian  $t$  số hạt nhân còn lại của mỗi nguồn là:

$$N_1 = N_{01} \cdot e^{-\lambda_1 t} \text{ và } N_2 = N_{02} \cdot e^{-\lambda_2 t} = \frac{N_{01}}{3} \cdot e^{-2\lambda_1 t}.$$

$$\text{Tổng số hạt nhân còn lại của 2 nguồn: } N = N_1 + N_2 = N_{01}(e^{-\lambda_1 t} + \frac{1}{3} \cdot e^{-2\lambda_1 t}) = \frac{N_{01}}{3}(3 \cdot e^{-\lambda_1 t} + e^{-2\lambda_1 t}) \quad (1)$$

$$\text{Khi } t = T \text{ (T là chu kỳ bán rã của hỗn hợp) thì } N = \frac{1}{2}(N_{01} + N_{02}) = \frac{2}{3} N_{01}. \quad (2)$$

$$\text{Từ (1) và (2) ta có: } 3 \cdot e^{-\lambda_1 T} + e^{-2\lambda_1 T} = 2$$

$$\text{Đặt } e^{-\lambda_1 T} = X \text{ ta được: } X^2 + 3X - 2 = 0 (*)$$

Phương trình (\*) có nghiệm  $X = 0,5615528$ .

$$\text{Do đó: } e^{-\lambda_1 T} = 0,5615528. \text{ Từ đó } t = T = \frac{1}{\lambda_1} \cdot \ln \frac{1}{0,5615528} \rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T} = \lambda_1 \cdot \frac{\ln 2}{\ln \frac{1}{0,5615528}} = 1,20 \cdot \lambda_1.$$

**Câu 26:** Người ta dùng máy để đếm số hạt nhân bị phân rã của một nguồn phóng xạ trong các khoảng thời gian liên tiếp bằng nhau  $\Delta t$ . Tỉ số hạt mà máy đếm được trong khoảng thời gian này là:

- A. giảm theo cấp số cộng B. Giảm theo hàm số mũ  
C. Giảm theo cấp số nhân D. hằng số

**Giải:** Giả sử tại thời điểm  $t$  số hạt nhân nguyên tử của chất phóng xạ:  $N = N_0 e^{-\lambda t}$ .

$$\text{Tại thời điểm } t_1 = t + \Delta t: N_1 = N_0 e^{-\lambda t_1} = N_0 e^{-\lambda(t+\Delta t)}$$

$$\Delta N_1 = N_1 - N = N_0 e^{-\lambda t} (1 - e^{-\lambda \Delta t}) (*)$$

$$\text{Tại thời điểm } t_2 = t_1 + \Delta t: N_2 = N_0 e^{-\lambda t_2} = N_0 e^{-\lambda(t_1+\Delta t)}$$

$$\Delta N_2 = N_1 - N_2 = N_0 e^{-\lambda t_1} (1 - e^{-\lambda \Delta t}) = N_0 e^{-\lambda(t_1+\Delta t)} (1 - e^{-\lambda \Delta t}) (**)$$

$$\text{Từ (*) và (**) ta suy ra: } \frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} = e^{\lambda \Delta t} = \text{const. Chọn đáp án D}$$

**Câu 27.:** Độ phóng xạ của một mẫu chất phóng xạ  $^{55}_{24}\text{Cr}$  cứ sau 5 phút được đo một lần cho kết quả ba lần đo liên tiếp là: 7,13mCi ; 2,65 mCi ; 0,985 mCi. Chu kỳ bán rã của Cr đó bằng bao nhiêu ?

- A. 3,5 phút B. 1,12 phút C. 35 giây D. 112 giây

**Giải:** Giả sử tại thời điểm  $t$  độ phóng xạ của mẫu chất:  $H = H_0 e^{-\lambda t}$ .

$$\text{Tại thời điểm } t_1 = t + \Delta t: H_1 = H_0 e^{-\lambda t_1} = H_0 e^{-\lambda(t+\Delta t)}$$

$$\Delta H_1 = H_1 - H = H_0 e^{-\lambda t} (1 - e^{-\lambda \Delta t}) (*)$$

$$\text{Tại thời điểm } t_2 = t_1 + \Delta t: H_2 = H_0 e^{-\lambda t_2} = H_0 e^{-\lambda(t_1+\Delta t)}$$

$$\Delta H_2 = H_1 - H_2 = H_0 e^{-\lambda t_1} (1 - e^{-\lambda \Delta t}) = H_0 e^{-\lambda(t_1+\Delta t)} (1 - e^{-\lambda \Delta t}) (**)$$

$$\text{Tương tự ta có } \frac{\Delta H_1}{\Delta H_2} = e^{\lambda \Delta t}; \Delta t = 5 \text{ phút}$$

$$\text{Với } \Delta H_1 = 7,13 - 2,65 = 4,48 \text{ mCi}$$

$$\Delta H_2 = 2,65 - 0,985 = 1,665 \text{ mCi}$$

$$e^{\lambda \Delta t} = 2,697 \rightarrow \lambda \Delta t = \ln 2,697 = 0,99214 \rightarrow \lambda = 0,19843$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} \rightarrow T = \frac{\ln 2}{\lambda} = 3,493 \text{ phút} = 3,5 \text{ phút.}$$

**Câu 28:** Một bệnh nhân điều trị bằng đồng vị phóng xạ, dùng tia  $\gamma$  để diệt tế bào bệnh. Thời gian chiếu xạ lần đầu là  $\Delta t = 30$  phút, cứ sau 1 tháng thì bệnh nhân phải tới bệnh viện khám bệnh và tiếp tục chiếu xạ. Biết đồng vị phóng xạ đó có chu kỳ bán rã  $T = 4$  tháng (coi  $\Delta t \ll T$ ) và vẫn dùng nguồn phóng xạ trong lần đầu. Hỏi lần chiếu xạ thứ 3 phải tiến hành trong bao lâu để bệnh nhân được chiếu xạ với cùng một lượng tia  $\gamma$  như lần đầu?

- A. 40 phút. B. 20 phút C. 28,2 phút. D. 42,42 phút

**Giải:**

Lượng tia  $\gamma$  phóng xạ lần đầu:  $\Delta N_1 = N_0(1 - e^{-\lambda \Delta t}) \approx N_0 \lambda \Delta t$

(áp dụng công thức gần đúng: Khi  $x \ll 1$  thì  $1 - e^{-x} \approx x$ , ở đây coi  $\Delta t \ll T$  nên  $1 - e^{-\lambda \Delta t} = \lambda \Delta t$ )

Sau thời gian 2 tháng, một nửa chu kỳ  $t = T/2$ , Lượng phóng xạ trong nguồn phóng xạ sử dụng lần đầu còn

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} \cdot \frac{T}{2}} = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{2}}. \text{ Thời gian chiếu xạ lần này } \Delta t'$$

$$\Delta N' = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{2}} (1 - e^{-\lambda \Delta t'}) \approx N_0 e^{-\frac{\ln 2}{2}} \lambda \Delta t' = \Delta N$$

Do đó  $\Delta t' = e^{\frac{\ln 2}{2}} \Delta t = \sqrt{2} \cdot 30 = 42,42$  phút. Chọn đáp án D

**Câu 29:** Hạt nhân  $^{210}_{84}\text{Po}$  đứng yên phóng xạ ra một hạt  $\alpha$ , biến đổi thành hạt nhân  $^{206}_{82}\text{Pb}$  có kèm theo một photon. Bằng thực nghiệm, người ta đo được năng lượng toả ra từ phản ứng là 6,42735 MeV, động năng của hạt  $\alpha$  là 6,18 MeV, tần số của bức xạ phát ra là  $3,07417 \cdot 10^{19}$  Hz, khối lượng các hạt nhân  $m_{Po} = 209,9828u$ ;  $m_{\alpha} = 4,0015u$ ; Khối lượng hạt nhân  $^{206}_{82}\text{Pb}$  lúc vừa sinh ra là bao nhiêu?:

**Giải:**  $(m_{Po} - m_{Pb} - m_{\alpha})c^2 = \Delta E + K_{\alpha} + hf$

$$hf = 6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3,07417 \cdot 10^{19} = 20,3664 \cdot 10^{-15} \text{ J} = 0,12729 \text{ MeV}$$

$$(m_{Po} - m_{Pb} - m_{\alpha})c^2 = \Delta E + K_{\alpha} + hf = 12,73464 \text{ MeV} = 0,01367 \text{ u} \cdot c^2$$

$$\text{---> } m_{Pb} = m_{Po} - m_{\alpha} - 0,01367 \text{ u} = 209,9828 \text{ u} - 4,0015 \text{ u} - 0,01367 \text{ u} = 205,96763 \text{ u}$$

**Câu 30:** Năng lượng tỏa ra của 10g nhiên liệu trong phản ứng  $^2_1\text{H} + ^3_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^1_0\text{n} + 17,6 \text{ MeV}$  là  $E_1$  và của 10 g nhiên liệu trong phản ứng  $^1_0\text{n} + ^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{139}_{54}\text{Xe} + ^{95}_{38}\text{Sr} + 2^1_0\text{n} + 210 \text{ MeV}$  là  $E_2$ . Ta có:

- A.  $E_1 > E_2$  B.  $E_1 = 12E_2$  C.  $E_1 = 4E_2$  D.  $E_1 = E_2$

**Giải:**

Trong phản ứng thứ nhất trong 2g  $^2_1\text{H}$  và 3g  $^3_1\text{H}$  có  $N_A$  hạt nhân  $^2_1\text{H}$  và  $N_A$  hạt nhân  $^3_1\text{H}$ .

Tức là trong 5 g nhiên liệu có  $N_A$  phản ứng. Do đó số phản ứng trong 10 g nhiên liệu là  $2N_A$  --->  $E_1 = 2N_A \cdot 17,6 \text{ MeV}$  (\*)

Trong phản ứng thứ hai có thể bỏ qua khối lượng  $^1_0\text{n}$ . Trong 235 g nhiên liệu có  $N_A$  hạt nhân  $^{235}_{92}\text{U}$ , có  $N_A$  phản ứng. Suy ra số phản ứng xảy ra trong 10 g nhiên liệu là  $10N_A/235$

$$\text{Do đó } E_2 = \frac{10N_A}{235} \cdot 210 \text{ MeV}$$

$$\text{-----> } \frac{E_1}{E_2} = \frac{2N_A \cdot 17,6}{\frac{10N_A}{235} \cdot 210} = 3,939 \approx 4 \text{ -----> } E_1 = 4E_2, \text{ Chọn đáp án C}$$

**Câu 31.** Một người bệnh phải chạy thận bằng phương pháp phóng xạ. Nguồn phóng xạ được sử dụng có chu kỳ bán rã  $T = 40$  ngày. Trong lần khám đầu tiên người bệnh được chụp trong khoảng thời gian 12 phút. Do bệnh ở giai đoạn đầu nên trong 1 tháng người này 2 lần phải tới bệnh viện để chụp cụ thể lịch hẹn với bác sĩ như sau:

Thời gian: 08h Ngày 05/11/2012

PP điều trị: Chụp phóng xạ (BS. Vũ Ngọc Minh)

Thời gian: 08h Ngày 20/11/2012

PP điều trị: Chụp phóng xạ (BS. Vũ Ngọc Minh)

Hỏi ở lần chụp thứ 3 người này cần chụp trong khoảng thời gian bằng bao nhiêu để nhận được liều lượng phóng xạ như các lần trước: *Coi rằng khoảng thời gian chụp rất nhỏ so với thời gian điều trị mỗi lần.*

- A. 15,24 phút B. 18,18 phút C. 20,18 phút D. 21,36 phút.



**Giải:** Liều lượng phóng xạ mỗi lần chiếu:  $\Delta N = N_0(1 - e^{-\lambda \Delta t}) \approx N_0 \lambda \Delta t$  Với  $\Delta t = 12$  phút

(áp dụng công thức gần đúng: Khi  $x \ll 1$  thì  $1 - e^{-x} \approx x$ , ở đây coi  $\Delta t \ll T$  nên  $1 - e^{-\lambda \Delta t} = \lambda \Delta t$ )

Sau thời gian 1 tháng (30 ngày),  $t = 30T/40 = 3T/4$ , Lượng phóng xạ trong nguồn phóng xạ sử dụng lần đầu còn

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\frac{\ln 2 \cdot 3T}{T \cdot 4}} = N_0 e^{-\frac{3 \ln 2}{4}}$$

Thời gian chiếu xạ lần này  $\Delta t'$

$$\Delta N' = N_0 e^{-\frac{3 \ln 2}{4}} (1 - e^{-\lambda \Delta t'}) \approx N_0 e^{-\frac{3 \ln 2}{4}} \lambda \Delta t' = \Delta N_1 \approx N_0 \lambda \Delta t$$

$$\Rightarrow \Delta t' = e^{\frac{3 \ln 2}{4}} \Delta t = 1,6818 = 20,18 \text{ phút}$$

**Câu 32:** U238 phân rã thành Pb 206 với chu kỳ bán rã  $4,47 \cdot 10^9$  năm. Một khối đá chứa  $93,94 \cdot 10^{-5}$  kg và  $4,27 \cdot 10^{-5}$  kg Pb. Giả sử khối đá lúc đầu hoàn toàn nguyên chất chỉ có U238. Tuổi của khối đá là

- A.  $5,28 \cdot 10^6$  (năm)      B.  $3,64 \cdot 10^8$  (năm)      C.  $3,32 \cdot 10^8$  (năm)      D.  $6,04 \cdot 10^9$  (năm)

**Giải:**

Gọi  $N$  là số hạt nhân U238 hiện tại,  $N_0$  là số hạt U238 lúc đầu

Khi đó  $N_0 = N + \Delta N = N + N_{Pb}$

$$N = \frac{N_A m}{238}; \quad N_{Pb} = \frac{N_A m_{Pb}}{206};$$

$$\text{Theo ĐL phóng xạ: } N = N_0 e^{-\lambda t} \rightarrow \frac{N_A m}{238} = \left( \frac{N_A m}{238} + \frac{N_A m_{Pb}}{206} \right) e^{-\lambda t}$$

$$\rightarrow e^{\lambda t} = \frac{\frac{N_A m}{238} + \frac{N_A m_{Pb}}{206}}{\frac{N_A m}{238}} = 1 + \frac{m_{Pb}}{m} \frac{238}{206} = 1,0525$$

$$\rightarrow \frac{\ln 2}{T} t = \ln 1,0525 \rightarrow t = 3,3 \cdot 10^8 \text{ năm. Câu 39. Tính công cần thiết để tăng tốc một electron từ}$$

trạng thái nghỉ đến vận tốc  $0,50c$ .

- A.  $0,144m_0c^2$ .      B.  $0,225m_0c^2$ .      C.  $0,25m_0c^2$ .      D.  $0,5m_0c^2$ .

**Giải:**

$$E_0 = m_0c^2; \quad E = E_0 + W_d = m_0c^2 + \frac{mv^2}{2} = m_0c^2 + \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \frac{(0,5)^2 c^2}{2}$$

$$E = m_0c^2 + \frac{m_0}{\sqrt{\frac{3}{4}}} \frac{(0,5)^2 c^2}{2} = m_0c^2 + 0,144m_0c^2$$

$$\text{Do đó } A = E - E_0 = 0,144m_0c^2$$

**Giáo viên : Đặng Việt Hùng**

**Nguồn :  Hocmai.vn**