



BUỔI 9: PHÓNG XẠ (tt)

A. LÝ THUYẾT

4. Định luật phóng xạ

– Hiện tượng phóng xạ có tính ngẫu nhiên, vì vậy để đảm bảo tính thống kê khi khảo sát hiện tượng phóng xạ, ta phải xét một số lượng lớn hạt nhân trong mẫu chất phóng xạ.

– Xét một thời điểm xác định nào đó được chọn làm thời điểm ban đầu ($t_0 = 0$), số hạt nhân phóng xạ (chưa phân rã) là N_0 . Những nghiên cứu thực nghiệm đã chứng tỏ rằng, cứ sau một khoảng thời gian T thì một nửa số hạt nhân phóng xạ hiện có xảy ra phân rã. Thời gian T được gọi là chu kỳ bán rã của đồng vị phóng xạ đang xét.

– Trong quá trình phân rã, số hạt nhân phóng xạ giảm dần theo thời gian theo quy luật hàm số mũ.

– Số hạt nhân còn lại tại thời điểm t :

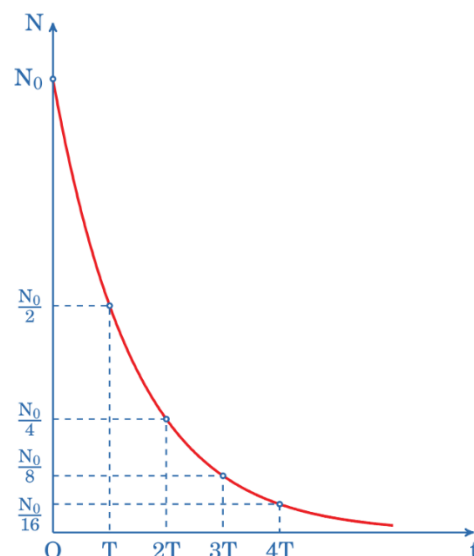
$$N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} \text{ với } N_0 \text{ là số hạt ban đầu.}$$

– Khối lượng chất phóng xạ còn lại tại thời điểm t :

$$m = m_0 e^{-\lambda t} = m_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} \text{ với } m_0 \text{ là khối lượng ban đầu.}$$

+ Với $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T}$ là hằng số phóng xạ, đặc trưng cho từng loại chất phóng xạ.

+ Với $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$ gọi là chu kỳ bán rã – là thời gian để lượng chất phóng xạ giảm đi một nửa.



5. Độ phóng xạ

– Đại lượng đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của một lượng chất phóng xạ được gọi là hoạt độ phóng xạ (hay độ phóng xạ), kí hiệu là H .

– Độ phóng xạ H là số hạt nhân phóng xạ phân rã trong một đơn vị thời gian.

+ Đơn vị độ phóng xạ là Becquerel, kí hiệu Bq , $1 Bq$ tương ứng với một phân rã trong một giây:

$$1 Bq = 1 \text{ phân rã/s}$$

+ Trong thực tế, độ phân rã còn được đo bằng đơn vị Curie, kí hiệu Ci , với:

$$1 Ci = 3,7 \cdot 10^{10} Bq$$

– Độ phóng xạ tại mỗi thời điểm bằng tích của hằng số phóng xạ và số lượng hạt nhân phóng xạ chứa trong chất đó tại thời điểm đang xét.

$$H = \lambda N = H_0 e^{-\lambda t} = H_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

B. BÀI TẬP

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

Câu 1: [VNA] Trong quá trình phóng xạ của một chất, số hạt nhân phóng xạ

- A. giảm đều theo thời gian.
- B. giảm theo đường hypebol.
- C. không giảm.
- D. giảm theo quy luật hàm số mũ.

Câu 2: [VNA] Chu kì bán rã của một chất phóng xạ là khoảng thời gian để

- A. quá trình phóng xạ lặp lại như lúc đầu.
- B. một nửa hạt nhân của chất ấy biến thành chất khác.
- C. khối lượng hạt nhân phóng xạ còn lại 25%.
- D. một hạt nhân không bền tự phân rã.

Câu 3: [VNA] Hạt nhân $^{227}_{90}\text{Th}$ là phóng xạ α có chu kì bán rã là 18,3 ngày. Hằng số phóng xạ của hạt nhân là

- A. $1,58.10^{-3} \text{ s}^{-1}$.
- B. $2,63.10^{-5} \text{ s}^{-1}$.
- C. $0,038 \text{ s}^{-1}$.
- D. $4,38.10^{-7} \text{ s}^{-1}$.

Câu 4: [VNA] Carbon-14 (^{14}C) là một đồng vị phóng xạ được dùng để xác định tuổi của các cổ vật hữu cơ. Sau mỗi chu kì bán rã T , số hạt nhân ^{14}C còn lại trong mẫu vật sẽ

- A. Giảm đi một nửa so với ban đầu.
- B. Tăng lên gấp đôi so với ban đầu.
- C. Giảm về bằng 0.
- D. Không đổi nhưng năng lượng giảm đi.

Câu 5: [VNA] Công thức nào dưới đây **không** phải là công thức tính độ phóng xạ?

- A. $H(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$.
- B. $H(t) = \frac{dN(t)}{dt}$.
- C. $H(t) = \lambda N(t)$.
- D. $H(t) = H_0.2^{\frac{t}{T}}$.

Câu 6: [VNA] Một phòng thí nghiệm ban đầu mua về một mẫu phóng xạ nguyên chất có khối lượng m_0 . Chu kì bán rã của mẫu chất đó là 3465 giây. Sau bao lâu (tính từ lúc mua) thì 75% chất đó đã biến thành chất khác?

- A. 6930 s.
- B. 1438 s.
- C. 1,925 phút.
- D. 115,5 giờ.

Câu 7: [VNA] Một chất phóng xạ có khối lượng lúc đầu là 40 mg; chu kì bán rã là 10 giờ. Hỏi sau bao lâu thì khối lượng chất phóng xạ trên còn 10 mg?

- A. 10 giờ.
- B. 5 giờ.
- C. 20 giờ.
- D. 40 giờ.

Câu 8: [VNA] Hạt nhân polonium $^{210}_{84}\text{Po}$ là chất phóng xạ có chu kì bán rã 138 ngày. Khối lượng chất Po ban đầu là 10 g. Lấy khối lượng nguyên tử tính theo đơn vị amu bằng số khối của hạt nhân của nguyên tử đó và hằng số Avogadro là $N_A = 6,022.10^{23} \text{ mol}^{-1}$. Số nguyên tử còn lại sau 207 ngày xấp xỉ là

- A. $1,01.10^{21}$ hạt.
- B. $2,02.10^{22}$ hạt.
- C. $1,01.10^{22}$ hạt.
- D. $1,85.10^{22}$ hạt.

Câu 9: [VNA] Gọi t là khoảng thời gian để số hạt nhân của một đồng vị phóng xạ giảm đi 4 lần so với ban đầu. Sau thời gian $2t$ hạt nhân còn lại của đồng vị đó bằng bao nhiêu phần trăm số hạt nhân ban đầu?

- A. 25,25 %. B. 93,75 %.
C. 6,25 %. D. 13,5 %.

Câu 10: [VNA] Ban đầu có N_0 hạt nhân của một đồng vị phóng xạ nguyên chất. Kể từ lúc ban đầu, trong khoảng thời gian 10 ngày có $\frac{3}{4}$ số hạt nhân của đồng vị phóng xạ đó đã bị phân rã. Chu kỳ bán rã của đồng vị phóng xạ này là

- A. 20 ngày. B. 7,5 ngày.
C. 5 ngày. D. 2,5 ngày.

Câu 11: [VNA] Một lượng chất phóng xạ radon (^{222}Rn) có khối lượng ban đầu $m_0 = 1 \text{ mg}$. Sau 15,2 ngày thì độ phóng xạ của nó giảm 93,75 % so với ban đầu, lấy hằng số Avogadro là $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. Chu kỳ bán rã T của Rn và độ phóng xạ H của lượng chất phóng xạ còn lại lần lượt là

- A. $T = 3,8 \text{ ngày}$ và $H = 9,6 \cdot 10^{11} \text{ Bq}$.
B. $T = 4,2 \text{ ngày}$ và $H = 7,6 \cdot 10^{11} \text{ Bq}$.
C. $T = 3,8 \text{ ngày}$ và $H = 3,6 \cdot 10^{11} \text{ Bq}$.
D. $T = 4,2 \text{ ngày}$ và $H = 5,7 \cdot 10^{12} \text{ Bq}$.

Câu 12: [VNA] Magnesium $^{27}_{12}\text{Mg}$ phóng xạ với chu kỳ bán rã là T , lúc t_1 độ phóng xạ của một mẫu Magnesium là $2,4 \cdot 10^6 \text{ Bq}$. Vào lúc t_2 độ phóng xạ của mẫu Magnesium đó là $8 \cdot 10^5 \text{ Bq}$. Số hạt nhân bị phân rã từ thời điểm t_1 đến thời điểm t_2 là $13,85 \cdot 10^8 \text{ hạt nhân}$. Chu kỳ bán rã của mẫu Magnesium xấp xỉ là

- A. 5 phút. B. 15 phút.
C. 18 phút. D. 10 phút.

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

Câu 1: [VNA] Các loài thực vật hấp thụ CO_2 trong không khí, trong đó có đồng vị carbon bền $^{12}_6\text{C}$ và carbon phóng xạ $^{14}_6\text{C}$ có tỉ lệ ($^{14}_6\text{C} : ^{12}_6\text{C} = 10^{-6} \%$). Khi thực vật chết, do không còn $^{14}_6\text{C}$ được bổ sung nên tỉ lệ này sẽ giảm đi. Một mẫu gỗ cổ được phát hiện có tỉ lệ số hạt $^{14}_6\text{C} : ^{12}_6\text{C} = 10^{-8} \%$. Biết $^{14}_6\text{C}$ phóng xạ β^- có chu kỳ bán rã là $5,7 \cdot 10^3 \text{ năm}$.

Mệnh đề	Đúng	Sai
a) Hạt nhân con tạo thành trong phóng xạ của $^{14}_6\text{C}$ là $^{14}_7\text{N}$.	☐	☐
b) Tia β^- phóng ra khỏi hạt nhân $^{14}_6\text{C}$ với tốc độ xấp xỉ tốc độ ánh sáng.	☐	☐
c) Tia phóng xạ tạo thành có tính ion hóa không khí.	☐	☐
d) Khi được phát hiện, mẫu gỗ cổ đã chết được khoảng 37870 năm.	☐	☐

Câu 2: [VNA] Thông thường có chứa một lượng nhỏ $^{241}_{95}\text{Am}$ (Americium) là sản phẩm phân rã của $^{241}_{94}\text{Pu}$ (Plutonium) có nguồn gốc từ các lò phản ứng hạt nhân. Đồng vị phóng xạ $^{241}_{95}\text{Am}$ phát ra các tia alpha và tia gamma năng lượng thấp. Các hạt alpha va chạm với oxygen và nitrogen trong không khí bên trong buồng ion hóa của máy dò để tạo ra các hạt mang điện (ion). Một điện áp mức thấp đặt vào buồng được sử dụng để các hạt ion tạo thành dòng điện ổn định chạy giữa hai điện cực. Nếu khói đi vào máy dò, nó sẽ hấp thụ các hạt alpha đồng thời trung hòa các ion do đó thiết bị cảnh báo sớm đối với các vụ cháy.



Mệnh đề	Đúng	Sai
a) Máy dò khói là thiết bị cảnh báo sớm đối với các vụ cháy.	☐	☐
b) Thành phần quan trọng của máy là đồng vị phóng xạ $^{241}_{94}\text{Pu}$.	☐	☐
c) Máy hoạt động nhờ vào tính chất ion hóa không khí của tia alpha.	☐	☐
d) Đồng vị phóng xạ $^{241}_{95}\text{Am}$ trong máy dò khói phát ra các tia alpha và gamma năng lượng thấp nên không gây nguy hiểm cho người sử dụng.	☐	☐

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

Sử dụng các thông tin sau cho câu 1 và câu 2:

Hiện nay đồng vị phóng xạ $^{18}_9\text{F}$ được sử dụng rộng rãi trong việc chẩn đoán các bệnh ung thư nhờ vào công nghệ chụp cắt lớp bằng phát xạ positron (Positron Emission Tomography – PET). Giả sử một bệnh nhân được tiêm một lượng chất phóng xạ $^{18}_9\text{F}$ với độ phóng xạ 350 Bq trước khi quá trình chụp ảnh diễn ra. Biết chu kỳ bán rã của $^{18}_9\text{F}$ là 110 phút và cơ thể bệnh nhân chỉ hấp thụ 90% liều lượng đưa vào?

Câu 1: [VNA] Số hạt $^{18}_9\text{F}$ có trong cơ thể bệnh nhân lúc mới tiêm là $x.10^6$. Giá trị của x bằng bao nhiêu? (Kết quả làm tròn đến hàng đơn vị).

Đáp án:

Câu 2: [VNA] Sau bao nhiêu giờ (kết quả làm tròn đến hàng phần mười) thì độ phóng xạ trong cơ thể bệnh nhân giảm còn 25 Bq ?

Đáp án:

Sử dụng các thông tin sau cho câu 3 và câu 4:

Hiện tượng phóng xạ ở hạt nhân Poloni diễn ra như sau: ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{82}^{206}\text{Pb}$. Hạt nhân Poloni đang đứng yên thì tự phân rã, phóng ra một hạt nhân α (còn gọi là tia α hay hạt nhân Helium) và đồng thời biến đổi thành hạt nhân chì. Động năng hạt α phóng ra bằng $5,15 \text{ MeV}$. Coi khối lượng của mỗi hạt nhân đúng bằng số khối của nó.

Câu 3: [VNA] Động năng của hạt nhân chì sinh ra bằng bao nhiêu MeV (làm tròn kết quả đến chữ số hàng phần mười)?

Đáp án:

--	--	--	--

Câu 4: [VNA] Thời gian τ để số hạt nhân phóng xạ có trong một mẫu giảm đi e lần gọi là thời gian sống trung bình của chất phóng xạ. Biết hằng số phóng xạ của Poloni là $5,8.10^{-8} \text{ s}^{-1}$. Giá trị của τ bằng bao nhiêu ngày (làm tròn kết quả đến chữ số hàng đơn vị)?

Đáp án:

--	--	--	--

-----HẾT-----