

PHẦN 17

PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN VỀ PHÓNG XẠ VÀ PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

CHỦ ĐỀ 1. Chất phóng xạ A_ZX có số khối A : tìm số nguyên tử (hạt) có trong $m(g)$ hạt nhân đó?

Phương pháp:

Cứ $A(g)$ hạt nhân thì có $N_A = 6,023.10^{23}$ (nguyên tử) (Số Avôgadrô)

Vậy: $m(g)$ hạt nhân thì có:
$$N = \frac{m}{A} \cdot N_A$$

CHỦ ĐỀ 2. Tìm số nguyên tử N (hay khối lượng m) còn lại, mất đi của chất phóng xạ sau thời gian t ?

Phương pháp:

* Số nguyên tử (hay khối lượng) chất phóng xạ còn lại sau thời gian t :

$$N = N_0 e^{-\lambda t}; \quad \text{Hay} \quad m = m_0 e^{-\lambda t}$$

* Số nguyên tử (hay khối lượng) chất phóng xạ mất đi sau thời gian t :

$$\Delta N = N_0 - N = N_0(1 - e^{-\lambda t}); \quad \text{Hay} \quad \Delta m = m_0 - m = m_0(1 - e^{-\lambda t})$$

Trong đó: $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T}$

***Chú ý:** Nếu $k = \frac{t}{T} \in Z$ thì: $N = \frac{N_0}{2^k}$; Hay $m = \frac{m_0}{2^k}$

Nếu: $x \leq 1$ áp dụng công thức: $e^{-x} \approx 1 - x$.

Do đó: $\Delta N = N_0(1 - \lambda t)$ hay $\Delta m = m_0(1 - \lambda t)$

CHỦ ĐỀ 3. Tính khối lượng của chất phóng xạ khi biết độ phóng xạ H ?

Phương pháp:

Ta có: độ phóng xạ: $H = \lambda N$ hay $N = \frac{H}{\lambda}$

Dựa vào công thức: $m = \frac{N}{N_A} A$ (chủ đề 1)

Đơn vị độ phóng xạ: phân rã/giây = 1Bq ; $1Ci = 3,7.10^{10} Bq$

CHỦ ĐỀ 4. Xác định tuổi của mẫu vật cổ có nguồn gốc là thực vật?

Phương pháp:

Khi sống: Thành phần C^{14} không đổi (do luôn hấp thụ thức ăn).

Khi chết: Thành phần C^{14} bị phân rã dần.

Gọi N_0 là số C^{14} có trong mẫu sống, N là số nguyên tử C^{14} có trong mẫu cổ.

Ta có: $N = N_0 e^{-\lambda t} \rightarrow e^{\lambda t} = \frac{N_0}{N}$

Lấy \ln hai vế: $\lambda t = \ln \frac{N_0}{N}$ hay $t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{N_0}{N}$ Với: $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T}$

Chú ý: Nếu tính theo độ phóng xạ: $t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{H_0}{H}$

CHỦ ĐỀ 5. Xác định tuổi của mẫu vật cổ có nguồn gốc là khoáng chất?

Phương pháp:

Xét chuỗi phản ứng: ${}^A_Z X \cdots \xrightarrow{\text{chuỗi}} {}^{A'}_{Z'} X'$, X' là hạt nhân bền, không bị phân rã nữa.

***Bước 1:** Tìm số nguyên tử của X mất đi:

Áp dụng chủ đề 2: $\Delta N = N_0(1 - e^{-\lambda t})$

***Bước 2:** Số nguyên tử của hạt nhân mất đi chính là số nguyên tử hạt nhân X' tạo thành.

Ta có: $N' = \Delta N = N_0(1 - e^{-\lambda t})$ (*)

Gọi m và m' lần lượt là khối lượng hạt nhân X và X' tại thời điểm khảo sát.

Từ chủ đề 1 ta có: $m = \frac{A}{N} N_A$; $m' = \frac{A'}{N'} N_A$, lập tỉ số:

$$\frac{m}{m'} = \frac{A}{A'} \frac{N}{N'} = \frac{A}{A'} \frac{N_0 e^{-\lambda t}}{N_0(1 - e^{-\lambda t})} = \frac{A}{A'} \frac{e^{-\lambda t}}{(1 - e^{-\lambda t})} \rightarrow e^{-\lambda t} \rightarrow t$$

CHỦ ĐỀ 6. Xác định năng lượng liên kết hạt nhân (năng lượng tỏa ra khi phân rã một hạt nhân)?

Phương pháp:

* Tìm độ hụt khối hạt nhân: ${}^A_Z X, \Delta m = m_0 - m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - m$

* Năng lượng liên kết hạt nhân (chính là năng lượng tỏa ra khi phân rã một hạt nhân):

$$\Delta E_1 = \Delta m c^2$$

Chú ý Ta có: $1u = 931 \text{ MeV}/c^2$

Năng lượng liên kết riêng là năng lượng khi liên kết một nuclon: $\varepsilon = \frac{\Delta E_1}{A}$

CHỦ ĐỀ 7. Xác định năng lượng tỏa ra khi phân rã $m(g)$ hạt nhân ${}^A_Z X$?

Phương pháp:

* Tìm số nguyên tử có trong $m(g)$ hạt nhân X : chủ đề 1: $N = \frac{m}{A} N_A$

* Tìm năng lượng tỏa ra khi phân rã một hạt nhân nguyên tử: $\Delta E_1 = \Delta m c^2$

* Năng lượng tỏa ra khi phân rã $m(g)$ hạt nhân nguyên tử: $E = \Delta E_1 \cdot N$

CHỦ ĐỀ 8. Xác định năng lượng tỏa (hay thu vào) của phản ứng hạt nhân?

Phương pháp:

Xét phản ứng hạt nhân: ${}_{Z_1}^{A_1}X_1 + {}_{Z_2}^{A_2}X_2 \rightarrow {}_{Z_3}^{A_3}X_3 + {}_{Z_4}^{A_4}X_4$ (*)

*Độ hụt khối của phản ứng hạt nhân: $\Delta m = m_0 - m = (m_1 + m_2) - (m_3 + m_4)$

Năng lượng tỏa ra (hay thu vào) của phản ứng hạt nhân:

$$\Delta E = [(m_1 + m_2) - (m_3 + m_4)]c^2 \quad (*)$$

Chú ý:

* Nếu biết được năng lượng liên kết riêng của các hạt nhân:

$$\text{Ta có: } \varepsilon = \frac{\Delta E}{A} = \frac{[Zm_p + (A - Z)m_n - m]c^2}{A}$$

Do đó: $mc^2 = [Zm_p + (A - Z)m_n]c^2 - \varepsilon A$, thay vào phương trình (*) chúng ta được:

$$\Delta E = (\varepsilon_4 A_4 + \varepsilon_3 A_3) - (\varepsilon_2 A_2 + \varepsilon_1 A_1)$$

* Nếu biết độ hụt khối của các hạt nhân:

Ta có: $\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - m$ nên: $mc^2 = [Zm_p + (A - Z)m_n]c^2 - \Delta mc^2$

Từ (*) ta được: $\Delta E = [(\Delta m_4 + \Delta m_3) - (\Delta m_1 + \Delta m_2)]c^2$

Ghi nhớ:

*Nếu $\Delta m > 0$ thì phản ứng tỏa nhiệt: $\Delta E = \Delta m.c^2$.

*Nếu $\Delta m < 0$ thì phản ứng thu nhiệt: $\Delta E = |\Delta m|.c^2$.

CHỦ ĐỀ 9. Xác định năng lượng tỏa khi tổng hợp $m(g)$ hạt nhân nhẹ (từ các hạt nhân nhẹ hơn)?

Phương pháp:

Xét phản ứng: ${}_{Z_1}^{A_1}X_1 + {}_{Z_2}^{A_2}X_2 \rightarrow {}_{Z_3}^{A_3}X_3 + {}_{Z_4}^{A_4}X_4 + \Delta W_1$ (*)

ΔW_1 là năng lượng tỏa ra của phản ứng.

Tương tự chủ đề 8: Ta có: $W = N.\Delta W_1$

CHỦ ĐỀ 10. Cách vận dụng định luật bảo toàn động lượng, năng lượng?

Phương pháp:**1. Cách vận dụng định luật bảo toàn động lượng:**

Ta có: $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3 + \vec{p}_4$

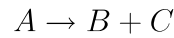
Sử dụng các giả thiết để biểu diễn các vectơ động lượng bằng hình vẽ, sau đó sử dụng hình học để suy ra được độ lớn của chúng.

Ta có công thức liên hệ giữa động lượng và động năng:

$$\vec{p} = m\vec{v} \leftrightarrow p^2 = 2m \frac{1}{2}mv^2 = 2mK$$

Ví dụ: Hạt nhân A đứng yên phóng xạ ra hạt nhân B và tia phóng xạ C. Xác định phương chuyển động của hai hạt nhân con sinh ra, và chứng minh rằng động năng của chúng tỉ lệ

ngược với khối lượng.



Ta có: $\vec{p}_A = \vec{p}_B + \vec{p}_C = 0 \rightarrow \vec{p}_B = -\vec{p}_C$, vậy các hạt sinh ra có cùng động lượng nhưng chuyển động ngược chiều nhau.

Độ lớn: $p_B^2 = p_C^2$ hay $2m_B K_B = 2m_C K_C$ vậy: $\boxed{\frac{K_B}{K_C} = \frac{m_C}{m_B}}$

2. Cách vận dụng định luật bảo toàn năng lượng:

Ta có: $m_1 c^2 + K_1 + m_2 c^2 + K_2 = m_3 c^2 + K_3 + m_4 c^2 + K_4$

Hay: $[(m_1 + m_2) - (m_3 + m_4)]c^2 = (K_3 + K_4) - (K_1 + K_2)$

Hay: $\Delta E = \Delta K$, năng lượng tỏa ra của phản ứng hạt nhân chính là độ biến thiên động năng.

CHỦ ĐỀ 11. Xác định khối lượng riêng của một hạt nhân nguyên tử. Mật độ điện tích của hạt nhân nguyên tử?

Phương pháp:

Hạt nhân ${}^A_Z X$: bán kính hạt nhân tuân theo công thức tính gần đúng:

$$R = R_0 A^{1/3}, \text{ với } R_0 = 1,2 fm = 1,2 \cdot 10^{-15} m$$

Khối lượng của một hạt nhân nguyên tử: $m = \frac{A}{N_A}$

Thể tích của một hạt nhân nguyên tử: $V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi R_0^3 A$

* Khối lượng riêng của hạt nhân nguyên tử: $\boxed{D = \frac{m}{V} = \frac{3}{4\pi R_0^3 N_A}}$

* Điện tích của hạt nhân nguyên tử: $q = Ze$ với $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$

Mật độ điện tích: $\boxed{\rho = \frac{q}{V}} (C/m^3)$

