4. Energy released in β- decay :

(i) β⁻ - decay : β⁻ decay প্রক্রিয়াটি বিবেচনা :

$$ {}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + \beta^- $$

ধরে করি m_x, m_y এবং m_e = যথাক্রমে parent, daughter এবং Electron-এর Rest mass.

এবং E_x, E_y এবং E_e = যথাক্রমে parent, daughter এবং Electron-এর গতিশক্তি।

Conservation of mass-energy সম্পর্ক থেকে পাই,

$$ m_x c^2 = m_y c^2 + E_y + m_e c^2 + E_e \quad [\because E_x = 0] $$

এবং Q-এর মান পাচ্ছি,

$$ Q = E_y + E_e $$

$$ = (m_x - m_y - m_e) c^2 \qquad (6) $$

এখন, মনে করি যে, parent এবং daughter atom এর rest mass যথাক্রমে m_z এবং m_{z+1} ও সংশ্লিষ্ট ইলেকট্রনের Binding energy অগ্রাহ্য করে পাই

$$ \left.\begin{aligned} m_z &= m_K + Z m_e \\ \text{এবং} \quad m_{z+1} &= m_y + (Z+1) m_e . \end{aligned}\right\} \quad \ldots (7) $$

Scanned with CamScanner

(7) নং Equations দুটি (5) ও (6) নং Equation এ ব্যবহার করে পাই

$$Q = \{ m_Z - Z m_e - (m_{Z-1} - Z m_e - m_e) - m_e \} c^2$$

$$= (m_Z - m_{Z-1}) c^2 \qquad (8)$$

এই সম্পর্ক থেকে β^- decay এর শর্ত পাওয়া যায়। সুতরাং সুতঃস্ফূর্ত β decay -এর জন্য daughter atom -এর rest mass অবশ্যই parent atom এর rest mass স্বাভাবিকভাবেই অধিক হওয়া প্রয়োজন।

(ii) β^+ decay : এই Radioactive decay টি বিস্তারিতভাবে নিম্নে আলোচনা করা হলো।

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + \beta^+$$

আগের মতো অক্সিজেন Q এর মান পাই,

$$Q = (m_X - m_Y - m_e) c^2 \qquad (9)$$

এক্ষেত্রেও ইলেকট্রনের Binding energy নগণ্য বিবেচনা করে, পরমাণু দুটির rest mass m_Z এবং m_{Z-1} নিয়ে পাই,

$$\left.\begin{aligned} m_Z &= m_X + Z m_e \\ \text{এবং} \quad m_{Z-1} &= m_Y + (Z-1) m_e \end{aligned}\right\} \qquad (10)$$

(10) নং Equation দুটি (9) নং Equation -এ বসিয়ে পাই,

$$Q = [m_Z - Z m_e - \{ m_Y + (Z-1) m_e \} - m_e] c^2$$

$$= (m_Z - m_{Z-1} - 2 m_e) c^2 \qquad (11)$$

Scanned with CamScanner

এই সম্পর্ক থেকে স্পষ্ট: স্বতঃস্ফূর্ত β^+ - decay -এর জন্য শর্ত হচ্ছে $(Q > 0)$ ।

(iii) Electron capture : একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াস কর্তৃক স্বতঃস্ফূর্ত ভাবে পরমাণুটির একটি Orbital electron capture করা সম্ভব। Orbital electron capture প্রক্রিয়াটি নিম্নরূপে প্রকাশ করা যায়

$$ {}^{A}_{Z}X + e^- \longrightarrow {}^{A}_{Z-1}Y $$

এখানে Q এর মান হচ্ছে,

$$ Q = (m_x + m_e - m_y)c^2 \qquad (12) $$

আগের মতো parent এবং daughter ~~নিউক্লিয়াসের~~ ভর পরমাণুর ভর হিসেবে লেখা যায়,

$$ m_z = m_x + Zm_e \qquad (13) $$

এবং

$$ m_{z-1} = m_y + (z-1)m_e $$

(13) নং equation দুটি কে (12) নং equation এ বসিয়ে পাই,

$$ Q = [m_z - Zm_e + m_e - \{m_{z-1} - (z-1)m_e\}]c^2 $$

$$ = (m_z - m_{z-1})c^2 \qquad (14) $$

অর্থাৎ স্বতঃস্ফূর্ত ভাবে electron capture প্রক্রিয়াটি সংঘটিত হওয়ার জন্য daughter atom -এর rest mass, parent atom এর rest mass অপেক্ষা কম হওয়া প্রয়োজন।

Scanned with CamScanner