Alpha decay:

- Radio active atoms -এর নিউক্লিয়াস থেকে স্বতঃস্ফূর্ত ভাবে α- particle, β- particle এবং γ- ray নিঃসরণ হয়। যে সব নিউক্লিয়াস Unstable. আমরা জানি যে একটি নিউক্লিয়াস কে সবচেয়ে মজবুত ভাবে ধরে রাখে কোন, যদি তার মধ্যস্থিত অংশগুলির (অর্থাৎ, nucleone) মোট বন্ধন শক্তি (total binding energy) আশেপাশের নিউক্লিয়াসটির binding energy থেকে বেশি হয়, তবে নিউক্লিয়াসটি stable হবে। অন্যদিকে একটি একটি Unstable নিউক্লিয়াস থেকে energy decay হবে এবং এই শক্তি নির্গত particle গুলির গতিশক্তি হিসাবে দেখা যাবে।

Ex.

$$^{212}Bi \longrightarrow {}^{208}Tl + {}^{4}_{2}He + Q$$

$Q = 6.6$ MeV.

2. α- decay -এর বৈশিষ্ট্য:

(i) Repulsive potential Wall -এর তুলনায় নিঃসৃত α- particle -এর শক্তি কম হয়।

(ii) α- particle -এর শক্তি এবং অর্ধায়ুর Half life সময়ের সম্পর্কযুক্ত।

(iii) Radioactive নিউক্লিয়াস থেকে নিঃসৃত α- particle এর গতিশক্তি হচ্ছে 10 MeV -এর অনধিক। তারী নিউক্লিয়াস থেকে এত নিম্ন শক্তির α- particle নিঃসরণ প্রক্রিয়াটি classical physics -এর সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায় না। classical Mechanics অনুযায়ী এটি একেবারে অসম্ভব। এর কারণ হচ্ছে যে, α- particle -এর জন্য একটি তারী

Scanned with CamScanner

নিউক্লিয়াসের coulomb barrier হচ্ছে মোটামুটি 25 MeV। অর্থাৎ, 25 MeV এর কম গতিশক্তি সম্পন্ন α- particle কোনো উপায়ে প্রতীয় অতিক্রম করে নিউক্লিয়াসকে ধ্বংস করতে অসমর্থ এবং নিউক্লিয়াস থেকে নির্গত হতেও সমর্থ হবে না।

(iv) নি:সৃত α- particle -এর গতিশক্তির সামান্য পরিবর্তনের জন্য নিউক্লিয়াসের গড় আয়ু (Average life) or decay constant (λ) - এর প্রচন্ড পরিবর্তন হয়ে থাকে। Fig 1.-এ α- particle -এর শক্তির উপর Half life -এর নির্ভরশীলতা দেখানো হয়েছে। লক্ষণীয় যে α- particle -এর শক্তি বৃদ্ধির সাথে $\log$ (Half life) ($\log_{10} T$) আঁকা হয়েছে।

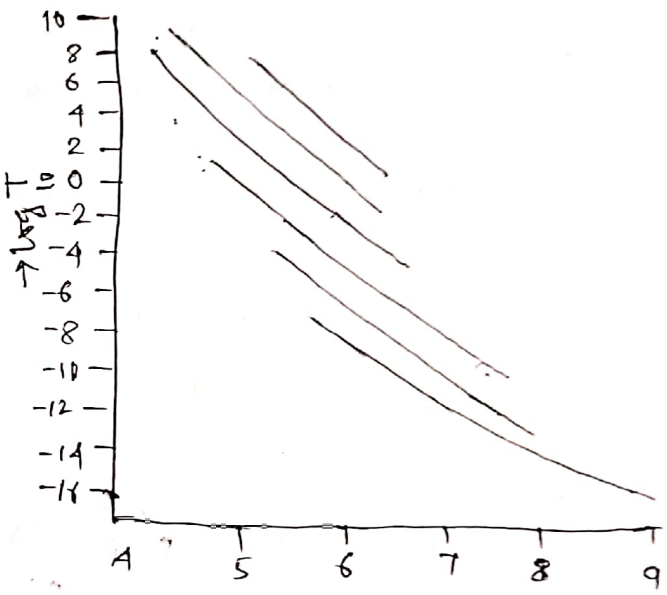

Fig 1.

Ex:

$$^{213}Po \longrightarrow {}^{209}Pb + \alpha$$

এবং

$$^{232}Th \longrightarrow {}^{228}Ra + \alpha$$

প্রথম ক্ষেত্রে নি:সৃত α- particle -এর গতিশক্তি হচ্ছে 8.34 MeV (প্রায়) এবং নিউক্লিয়াসের অর্ধায়ু (Half life) 4.2×10^{-6} s (প্রায়)। দ্বিতীয় ক্ষেত্রে α- particle -এর গতিশক্তি 3.98 MeV এবং Half life 1.39×10^{10} Yr। লক্ষণীয় যে, α- particle এর শক্তি মাত্র অর্ধেক হওয়ার ফলে Half life প্রায় 10^{23} গুণ বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয়েছে।

Scanned with CamScanner

Geiger- Nuttal's law :

α- particle -এর গতিশক্তির উপর Half life time -এর নির্ভরশীলতার H. Geiger এবং J.M. Nuttal একটি নিম্ন ভাবে প্রকাশ করেছেন। তা হচ্ছে, decay constant λ এবং কোন মাধ্যমে (সাধারণত বায়ু বা গ্যাসীয় মাধ্যমে) α- particle -এর Range (R) এর মধ্যকার সম্পর্ক দ্বারা।

$$\log \lambda = A + B \log R \quad \text{(Fig 2.)}$$

যেহেতু কোন মাধ্যমে Range (R) α- particle -এর শক্তির উপর নির্ভর করে ($R \propto E^{3/2}$), তাই Geiger- Nuttal সূত্রটি নিম্নভাবেও প্রকাশ করা যায়,

$$\log \lambda = C + D \log E$$

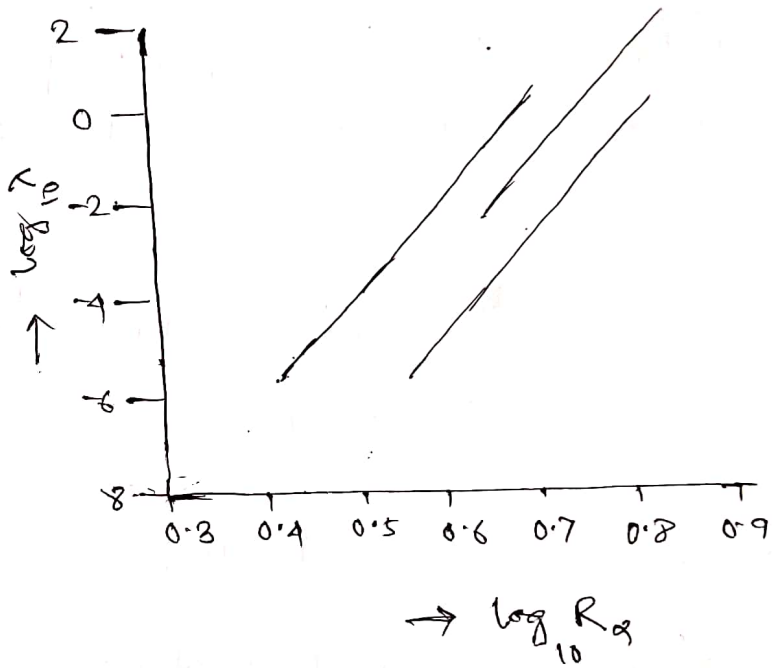

Fig 2.

α- decay -এর এ ধরণের বৈশিষ্ট্য Quantum Mechanics -এর Tunnel effect- এর মাধ্যমে ব্যাখ্যা করা যায়।

Energy of α- decay :

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow ^{A-4}_{Z-2}Y + ^{4}_{2}He$$

ধরি, m_x, m_y এবং m_α = যথাক্রমে Parent nucleus ($^{A}_{Z}X$), daughter nucleus ($^{A-4}_{Z-2}Y$) এবং α-particle -এর rest mass, এবং E_y এবং E_α = যথাক্রমে daughter nucleus এবং α- particle -এর গতিশক্তি।

Scanned with CamScanner

According to conservation of mass-energy,

$$m_x c^2 = (m_y + m_\alpha) c^2 + E_y + E_\alpha$$

সুতরাং Q-এর মান হচ্ছে,

$$Q = E_y + E_\alpha = (m_x - m_y - m_\alpha) c^2 \quad \cdots \quad (1)$$

From the conservation of momentum

$$0 = m_y E_y - m_\alpha E_\alpha \quad \cdots \quad (2)$$

$$\Rightarrow 0 = m_y (Q - E_\alpha) - m_\alpha E_\alpha \quad (\text{From eq (1)})$$

$$\Rightarrow (m_y + m_\alpha) E_\alpha = m_y Q$$

$$\Rightarrow E_\alpha = \frac{m_y}{m_y + m_\alpha} Q \approx \frac{(A-4)}{(A-4)+4} Q \quad [\because m \propto A \text{ (mass number)}$$

$$\Rightarrow E_\alpha = \frac{A-4}{A} Q$$

এবং

$$E_y = Q - E_\alpha = Q - \frac{A-4}{A} Q = \frac{4}{A} Q$$

যেহেতু, দেখা যাচ্ছে যে, α-particle অবমুক্তকায় বিকিরণ শক্তির বেশি অংশ মাতৃ daughter nucleus বহন করে ($\because A \gg 4$). তাই বলা যায় যে, প্রায় সমস্ত শক্তিই বিমুক্ত α-particle বহন করে।

Scanned with CamScanner