ใบความรู้
เรื่อง หลักการที่เกี่ยวกับการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี

อนุกรมการสลาย

การสลายของนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีอย่างต่อเนื่อง ให้รังสีแอลฟา บีตา และแกมมา จนได้ตะกั่ว -206 ซึ่งเป็นธาตุสุดท้ายและเป็น**ธาตุเสถียร (stable element)** ซึ่งไม่มีการสลายต่อไป เราอาจเขียนลำดับการสลาย เรียก **อนุกรม** เช่น อนุกรมการสลายของยูเรเนียม -238

กฎการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี

1. สมมติฐานการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ของรัทเทอร์ฟอร์ดและซอดดี (Soddy) กล่าวว่า

1.1 การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีเป็นการสลายตัวที่เกิดขึ้นเอง โดยไม่ขึ้นกับสภาวะแวดล้อมของนิวเคลียส (เช่น การจัดตัวของอิเล็กตรอน ความดัน อุณหภูมิ)

1.2 การสลายตัวเป็นกระบวนการสุ่ม (Random Process) ในช่วงเวลาใดๆ ทุกๆ นิวเคลียสมีโอกาสที่จะสลายตัวเท่ากัน ดังนั้น ในช่วงเวลาหนึ่งๆ ปริมาณนิวเคลียสที่สลายตัวจึงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณนิวเคลียสที่เหลืออยู่

กฎการสลายมีสูตร $\Delta N/\Delta t = -\lambda N$ .....(1)

เมื่อ ΔN คือ จำนวนนิวเคลียสที่สลายในช่วงเวลาΔt

λ เป็นค่าสลายตัวคงที่ (decay constant)

ปริมาณ $-dN/dt = \lambda N$, ปริมาณ dN/dt เป็นปริมาณที่บอกอัตราการลดลงของจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี ซึ่งก็คืออัตราการแผ่รังสีออกมาในขณะหนึ่งนั่นเอง เรียกปริมาณนี้ว่า **กัมมันตภาพ** (activity) ของธาตุกัมมันตรังสี นิยมแทนด้วยสัญลักษณ์ A

$$A = \lambda N \qquad \text{.....(2)}$$

2. อัตราการสลายตัวของนิวเคลียส หมายถึง ในช่วงเวลาใดๆ เป็น 1 หน่วยเวลา ปริมาณนิวเคลียสที่สลายตัวใน 1 หน่วยเวลา ดังนั้น อัตราการสลายตัวของนิวเคลียสจึงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณนิวเคลียสที่มีอยู่ (พร้อมจะสลายตัว)

λ เป็นค่าสลายตัวคงที่ ซึ่งมีค่าเฉพาะของนิวเคลียสแต่ละชนิด เครื่องหมายลบแสดงว่าจำนวนนิวเคลียสลดลงเมื่อเวลาผ่านไป

3. กัมมันตภาพของธาตุกัมมันตรังสี หมายถึง ความสามารถของธาตุกัมมันตรังสีในการแผ่รังสีออกมาได้มากน้อยเพียงใด ณ เวลาขณะหนึ่งขณะใด กัมมันตภาพมีหน่วยเป็น sec^{-1} หรือจำนวนนิวเคลียสที่สลายตัวต่อวินาที นิยมวัดเป็นคูรี่ กัมมันตภาพ 1 คูรี่ เท่ากับ 3.7×10^{10} sec^{-1}

4. การหาค่า N ในรูป function ของเวลา

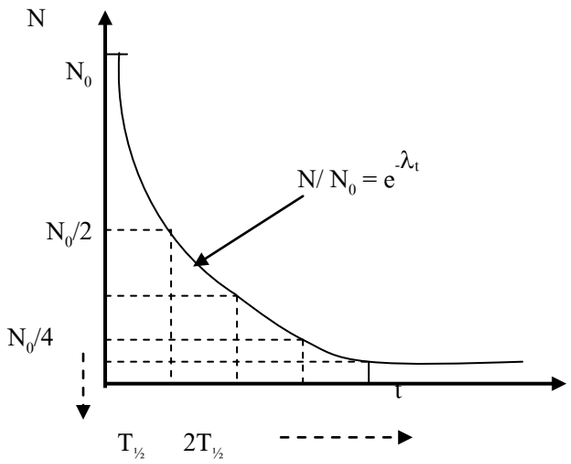
$$N = N_0 e^{-\lambda t} \qquad \text{.....(3)}$$

5. ช่วงเวลาครึ่งชีวิต (Half life) ของธาตุกัมมันตภาพรังสี หมายถึงช่วงเวลาที่ธาตุนั้นๆ สลายตัวเหลือนิวเคลียสเป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนที่มีอยู่ก่อนสลายตัว มีสูตร ดังนี้

$$N = N_0/2^n \qquad \text{.....(4)}$$

หรือ $\lambda = 0.693/T_{1/2}$ .....(5)

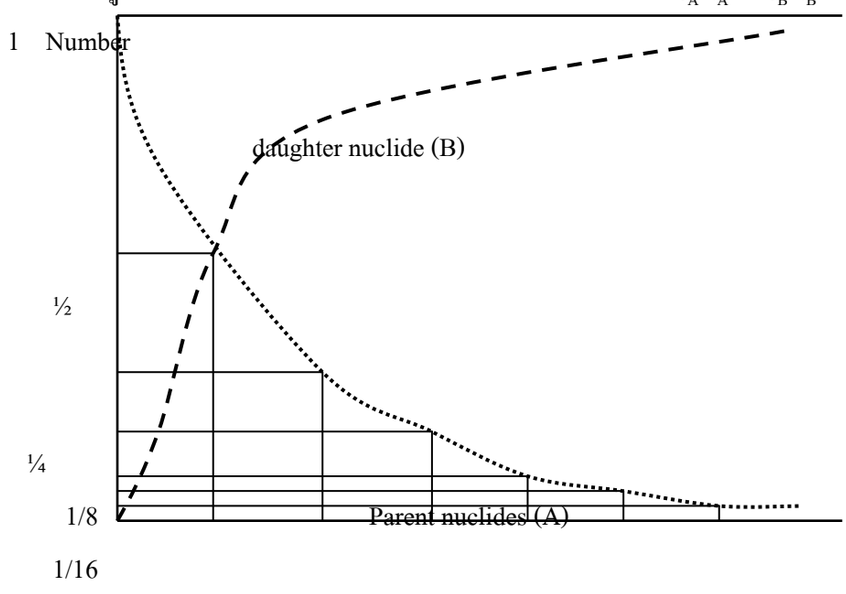
6. เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นปริมาณนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีจะลดลงเรื่อยๆ แต่ปริมาณนิวเคลียสจะไม่ลดลงเป็นศูนย์ ไม่ว่าเวลาจะผ่านไปเท่าใดก็ตาม การพูดถึงเวลาที่ธาตุกัมมันตรังสีสลายตัวหมดจึงไม่มีความหมาย ในทางทฤษฎีจึงพูดถึงเวลาที่ธาตุสลายตัวเหลือเป็นครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม



กราฟแสดงการลดจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี ณ เวลาต่างๆ

สภาพสมดุลของธาตุกัมมันตรังสี หมายถึง ในธรรมชาติมีธาตุกัมมันตรังสีที่สลายตัวแล้วกลายเป็นนิวเคลียสของธาตุใหม่ แต่ธาตุใหม่ที่ได้นี้ยังไม่เสถียรภาพทีเดียว จึงเกิดการสลายต่อไป จะพิจารณากรณีธาตุ A สลายตัวให้ธาตุ B สลายตัวให้ธาตุ C

สูตรคือ ดังนั้น $\lambda_A N_A = \lambda_B N_B$



กราฟแสดงอัตราการสลายของธาตุ A จะเท่ากับอัตราการเกิดของธาตุ B

ตัวอย่างที่ 1 กำหนด Half life ของธอเรียม เป็น 20 วัน , โปรแตกติเนียม เป็น 2 นาที , ยูเรเนียม เป็น 25,000 ปี เดิมธอเรียมมีจำนวน 2.4×10^{12} อะตอม

ก. ค่าสลายคงที่ λ ของธอเรียมเป็นเท่าใด

$\lambda = 0.693/T_{½} = 0.693/20 = 0.03465$ /วัน ➔ 9.625×10^{-6} /วินาที **ตอบ**

ข. กัมมันตภาพของธอเรียมเป็นเท่าใด

$dN/dt = \lambda N = 9.625 \times 10^{-6} (2.4 \times 10^{12}) = 2.31 \times 10^{7}$ นิวเคลียส/วินาที **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 2 จงหาค่าคงตัวของการสลายของพอโลเนียม-218 ซึ่งมีค่าครึ่งชีวิต 3.05 นาที

วิธีทำ $\lambda = 0.693/T_{½}$

แทนค่า $T_{½}$ ในสมการจะได้ $\lambda = \dfrac{0.693}{3.05x60} = 3.78 \times 10^{-3}$ ต่อนาที

ดังนั้น ค่าคงตัวของการสลายของพอโลเนียม-218 เท่ากับ 3.78×10^{-3} ต่อนาที **ตอบ**