วิชาฟิสิกส์

ว(40206)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่6

เรื่อง

การสลายของธาตุ
กัมมันตรังสี ครึ่งชีวิต

กัมมันตภาพของธาตุกัมมันตรังสี

Rutherford และ **Soddy** ตั้งสมมติฐานการสลายของธาตุกัมมันตรังสี กล่าวว่า

1. ธาตุกัมมันตรังสี จะกลายเป็นธาตุใหม่เมื่อปล่อยอนุภาค α หรือ β ซึ่งมีสมบัติทางเคมีเปลี่ยนไปจากเดิม และธาตุใหม่อาจเป็นธาตุกัมมันตรังสีก็ได้

2. การสลายของนิวเคลียสไม่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม โดยทุกนิวเคลียสจะมีโอกาสสลายได้เท่ากัน กำหนดให้

N คือ จำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีที่มีอยู่ขณะนั้น

ΔN คือ จำนวนนิวเคลียสที่สลายเมื่อเวลผ่านไป **Δt**

อัตราการสลายของนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีขณะใดขณะหนึ่ง เรียกว่า ***กัมมันตภาพของธาตุกัมมันตรังสี*** จะแปรผันตาม ***จำนวนนิวเคลียสที่มีอยู่ในขณะนั้น***

นั่นคือ $$\frac{\Delta N}{\Delta t} \propto N$$

เขียนความสัมพันธ์ในรูปสมการได้เป็น

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = -\lambda N$$

λ คือ ค่าคงตัวของการแปรผัน เรียกว่า ***ค่าคงตัวการสลาย*****(decay constant)**

เครื่องหมายเป็น ***ลบ*** แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวนนิวเคลียสในทาง***ลดลง***

พิจารณาในช่วงเวลา Δt น้อยๆ จะได้

$$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

$\frac{dN}{dt}$ **คือ กัมมันตภาพของธาตุกัมมันตรังสี (radio activity - A)**

หน่วยของกัมมันตภาพ

ในระบบ SI มีหน่วยเป็น **อนุภาค/วินาที** หรือ **เบ็กเคอเรล (Bq)**

ทางปฏิบัตินิยมในหน่วย **คูรี (Ci)** โดย

$$1\ Ci = 3.7 \times 10^{10}\ Bq$$

ถ้าธาตุกัมมันตรังสีมีกัมมันตภาพ 1 Ci สลายให้ β แสดงว่าธาตุนี้จะปล่อย β ออกมา 3.7×10^{10} อนุภาค/วินาที

จาก $\frac{dN}{dt} = -\lambda N$

จะได้ $\frac{dN}{N} = -\lambda dt$

จากวิธีการ intigrate จะได้

$$\int_{N_0}^{N} \frac{dN}{N} = \int_{0}^{t} -\lambda dt = -\lambda \int_{0}^{t} dt$$

จากสูตร $\int_{0}^{X} \frac{dX}{X} = [\ \ln X\ ]_{0}^{X}$

ln คือ log ธรรมชาติ หรือ log ฐาน e ($\log_e$)

e คือ เลข exponential โดย e = 2.71828

$$\int_{N_0}^{N} \frac{dN}{N} = [\ \ln N\ ]_{N_0}^{N} = -\lambda [\ t\ ]_{0}^{t}$$

$$\ln N - \ln N_0 = -\lambda t$$

จากความสัมพันธ์ $\log m - \log n = \log \frac{m}{n}$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t$$

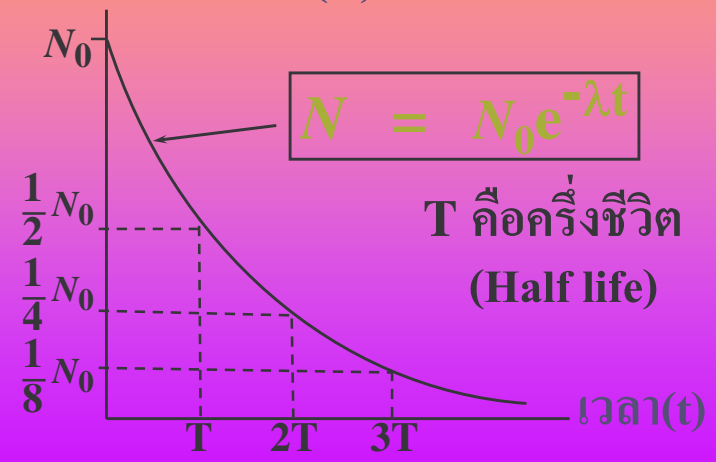
$$\therefore \quad \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

จึงได้ $N = N_0 e^{-\lambda t}$

N_0 คือ จำนวนนิวเคลียสขณะเริ่มสลาย

N คือ จำนวนนิวเคลียสที่เหลืออยู่เมื่อเวลาผ่านไป t

กราฟระหว่างจำนวนนิวเคลียสกับเวลา



<u>ครึ่งชีวิต</u> (Half life - T) คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการสลายนิวเคลียสจนมีนิวเคลียสเหลืออยู่ครึ่งหนึ่ง ของจำนวนเดิม

นั่นคือ $N = \frac{N_0}{2}$ จะใช้เวลา T

จะได้ว่า $\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T}$

$$\frac{1}{2} = e^{-\lambda T}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{e^{\lambda T}}$$

$$\therefore \quad 2 = e^{\lambda T}$$

$$\log 2 = \log e^{\lambda T} = \lambda T \log e$$

จาก $\log 2 = 0.301$, $\log e = 0.4342$

$$\lambda T = \frac{\log 2}{\log e} = \frac{0.3010}{0.4342} = 0.693$$

$$T = \frac{0.693}{\lambda}$$

จาก $2 = e^{\lambda T}$ ถ้ายกกำลัง $\frac{1}{T}$ จะได้

$$2^{\frac{1}{T}} = e^{\lambda T \frac{1}{T}} = e^{\lambda}$$

แทนค่าในสมการ $N = N_0 e^{-\lambda t}$

จะได้ $N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$

คำถาม

จากอนุกรมการสลายของธาตุ U-238 จงหาค่าคงตัวการสลายของ Ra - 226 และ Pl - 218 ถ้าครึ่งชีวิตของ Ra และ Pl เท่ากับ 1620 ปี และ 3.05 นาที ตามลำดับ