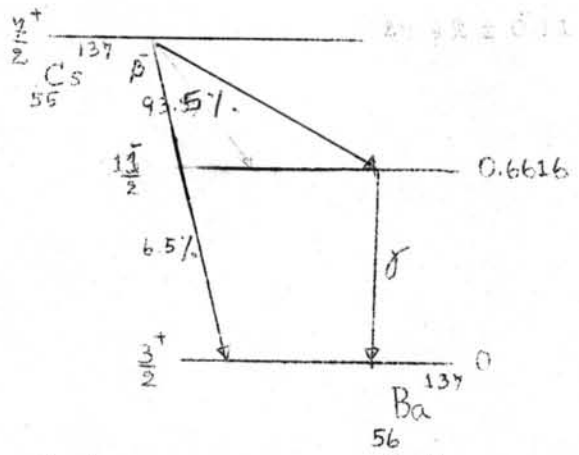
บทที่ 6

รายละเอียดเกี่ยวกับการสลายตัวของซีเซียม -137

6.1 แบบการสลาย (decay scheme) ของซีเซียม -137[1]

การเกิดสเปกตรัมศึกษาจากแบบการสลายที่เนื่องจากนิวเคลียสของสารกัมมันตรังสี ไม่สามารถอยู่ในสภาวะที่มีพลังงานนั้น จึงพยายามปรับตัวเข้าสู่ระดับพลังงานที่อยู่ได้ วิธีการลดพลังงานมีอยู่หลายแบบ เช่น การสลายตัวแบบเบตา (β - decay) การสลายตัวให้แกมมาเป็นต้น สำหรับการสลายตัวแบบเบตามีผลทำให้เลขอะตอมเปลี่ยนไปหนึ่งหน่วย แต่เลขมวลของอะตอมคงเดิม การปล่อยรังสีเบตาเป็นแบบต่อเนื่อง ซึ่งต่างจากการสลายตัวให้รังสีแกมมาจะเป็นค่าคงที่แต่ละค่าไป

วิธีการวัดความแรงของสารกัมมันตรังสีในการวิจัยครั้งนี้ เลือกวัดซีเซียม -137 โดยศึกษาอย่างละเอียด เพราะเป็นสารที่สำคัญในทางวิชานิวเคลียร์สเปกตรัม เนื่องจากเป็นสารกัมมันตรังสีอายุยาวนานถึง 29.82 ± 0.11 ปี (ครึ่งชีวิต) และมีอยู่ในห้องทดลองของแผนกฟิสิกส์



รูป 6-1 แบบการสลายของซีเซียม -137

---

[1] C.M. Ledere, J.M. Hollander, and I. Perlman, Table of Isotopes. (New York: John Wiley & Sons, Inc, 1967), P. 285.

จากแบบการสลายได้ว่า ซีเซียม - 137 (โลขอะตอม 55) ให้รังสีแกมมาพลังงาน 0.6616 ล้านอิเลคตรอนโวลต์ แต่ก่อนที่จะให้รังสีแกมมาออกมานั้น ซีเซียม - 137 จะมีการสลายตัวแบบเบตาลบก่อน แบ่งได้เป็น ๒ พวก พวกที่หนึ่งจะมาอยู่ที่สถานะปกติของบาเรียม - 137 เลย มีประมาณร้อยละ 6.5 พวกนี้จะไม่ให้รังสีแกมมา ส่วนอีกพวกหนึ่งจะไปอยู่ที่สถานะโลคอันแรกของบาเรียม - 137 ก่อน เป็นเวลา 156 วินาที แล้วจึงให้รังสีแกมมา 0.6616 ล้านอิเลคตรอนโวลต์ ในขณะที่นิวเคลียส ลดสถานะโลคลงมาสู่สถานะปกติของบาเรียม - 137 มีประมาณร้อยละ 93.5

การที่รังสีแกมมาถูกปล่อยออกมานั้น อาจมีบางครั้งที่ให้พลังงานแก่อิเลคตรอนที่อยู่ตามชั้นต่าง ๆ ให้หลุดออกมาแทน ดังนั้นรังสีแกมมาที่ออกมาลดน้อยลงเพราะว่าเครื่องนับจะนับได้เฉพาะรังสีแกมมาเท่านั้น การที่อิเลคตรอนหลุดออกมาแทนเรียกว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงภายใน (internal conversion)

6.2 จำนวนรังสีแกมมาต่อการสลายตัวของซีเซียม - 137[2]

ให้ α_k = สัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงที่ชั้น K

= 0.096

= $\frac{K}{\gamma}$

K,L,M = ชั้นของอิเลคตรอนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงภายใน

γ = รังสีแกมมา

K:L:M = อัตราส่วนที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงภายในสำหรับแต่ละชั้น

---

[2] S. Block Cs-137 Decay Scheme. Health Physics, 1(1958)357

No. 3.

$$= 4.6 : 1 : 0.07$$

$$\frac{K}{L + M} = \frac{K}{\gamma(\alpha_L + \alpha_M)}$$

$$= \frac{0.096}{\alpha_L + \alpha_M}$$

$$= \frac{0.096}{4.6}$$

$$L + M = \frac{K}{4.6}$$

$$K + L + M + \gamma = 1$$

$$K + \frac{K}{4.6} + \gamma = 1$$

$$1.22K + \gamma = 1$$

แต่ $$K = 0.096\gamma$$

$$1.22(0.096\gamma) + \gamma = 1$$

$$1.117\gamma = 1$$

$$\gamma = 0.895$$

$$K + L + M = 0.105$$

เมื่อมีการสลายตัวเบตาลบด้วยความเข้มร้อยละ 92 จะได้ว่า ส่วนที่ให้รังสีแกมมาออกมามีค่าเท่ากับร้อยละ 82.3 แต่ที่ใช้ในการคำนวณใช้จำนวนรังสีแกมมาร้อยละ 84.6 จากการสลายตัวของซีเซียม - 137 เพราะเป็นค่าสูงสุดซึ่งปรากฏในเอกสารที่แนบมากับสารมาตรฐานของ IAEA[3]

สำหรับการปล่อยอิเลคตรอนออกมาคิดเป็นร้อยละ 9.7

---

[3] International Atomic Energy Agency Laboratories, 1966. Calibrated Gamma sources and γ- Emission Data, Vienna.