

โดย ศศ.ปรีชา อนุพงษ์อ้อ

ข้าพเจ้านายทวิ มณีนิล โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย จังหวัดศรีสะเกษ ขออนุญาตนำเนื้อหาดังกล่าวใช้เพื่อการศึกษา
สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จึงขอขอบคุณ ศศ.ปรีชา อนุพงษ์อ้อ ในโอกาสนี้ด้วย

ฟิสิกส์นิวเคลียร์และ กัมมันตภาพรังสี

1. มวลอะตอมและพลังงาน

เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กมาก ในการวัดมวลใน 1 หน่วยอะตอม (atomic mass unit) แทนด้วย u โดยใช้มวลของคาร์บอน-12 เป็นค่า
มาตรฐานในการเปรียบเทียบ หากค่ามวลอะตอมอื่น ๆ โดยที่ มวล 1 u มีค่าเท่ากับ $\frac{1}{12}$ ของมวลคาร์บอน-12 1 อะตอม เขียนได้ว่า

$$\begin{aligned} 1 \text{ u} &= \frac{1}{12} \text{ ของมวลคาร์บอน-12 1 อะตอม} \\ &= \frac{1}{12} \left(\frac{12}{5.02 \times 10^{-23}} \right) \text{ กรัม} \\ &= 1.66042 \times 10^{-27} \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

จากทฤษฎีของไอสไตน์กล่าวว่า มวลสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานได้ตามความสัมพันธ์

$$\begin{aligned} E &= mc^2 \\ \text{แทนค่าจะได้} &= (1.66042 \times 10^{-27} \text{ kg})(3 \times 10^8 \text{ m/s})^2 \\ &= 1.49 \times 10^{-10} \text{ J} \end{aligned}$$

โดยที่ $1.6 \times 10^{-19} \text{ J} = 1 \text{ eV}$ (อิเล็กตรอนโวลต์)

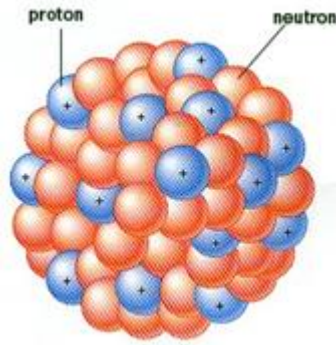
$$E = \frac{1.49 \times 10^{-10}}{1.6 \times 10^{-19}} = 931 \times 10^6 \text{ eV} = 931 \text{ MeV}$$

ดังนั้นจะได้

$$1 \text{ u} = 931 \text{ MeV} \quad (1)$$

2. โครงสร้างของนิวเคลียส

ภายในอะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสและอิเล็กตรอน ซึ่งภายในนิวเคลียสมีอนุภาคหลักอยู่ 2 ชนิดคือ โปรตอนและนิวตรอน ดังรูปที่



รูปที่ 1 แสดงอนุภาคภายในนิวเคลียส

โดยอนุภาคทั้งสามในอะตอมเป็นดังนี้

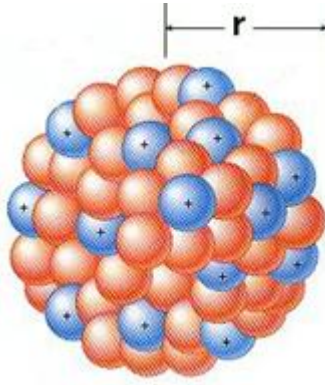
- | | |
|-----|--|
| 2.1 | โปรตอน มีประจุบวก โดยขนาดของประจุเท่ากับ $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ และโดยมีมวลนิ่ง $1.67252 \times 10^{-27} \text{ kg}$ หรือมีค่าเท่ากับ 1.007277 u สัญลักษณ์ของโปรตอนแทนด้วย ${}^1_1\text{H}$ |
| 2.2 | นิวตรอน มีอนุภาคที่เป็นกลางทางไฟฟ้า ไม่มีประจุ และโดยมีมวลนิ่ง $1.67482 \times 10^{-27} \text{ kg}$ หรือมีค่าเท่ากับ 1.008665 u สัญลักษณ์ของนิวตรอนแทนด้วย ${}^1_0\text{n}$ |
| 2.3 | อิเล็กตรอน มีประจุลบ โดยขนาดของประจุเท่ากับ $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ และโดยมีมวลนิ่ง $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ หรือมีค่าเท่ากับ 0.000548 u สัญลักษณ์ของอิเล็กตรอนแทนด้วย ${}^0_{-1}\text{e}$ |

3. คำจำกัดความต่างๆ ที่ควรรู้

- | | |
|-----|---|
| 3.1 | นิวคลีออน (Nucleon) หมายถึง อนุภาคที่รวมกันกันเป็นนิวเคลียส เพราะว่าเป็นนิวเคลียสประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอน ดังนั้นอนุภาคทั้งสองต่างก็เป็นนิวคลีออน |
| 3.2 | เลขมวล (Atom mass number) หมายถึงจำนวนนิวคลีออนทั้งหมดที่อยู่ในนิวเคลียส สัญลักษณ์ของเลขมวลแทนด้วย A |
| 3.3 | เลขอะตอม (Atomic number) หมายถึงจำนวนโปรตอนที่มีอยู่ในนิวเคลียส แต่เนื่องจากอะตอมเป็นกลางทางไฟฟ้า ดังนั้นจำนวนโปรตอนจึงเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน สัญลักษณ์ของเลขอะตอมแทนด้วย Z |
| 3.4 | นิวไคลด์ (Nuclide) หรือธาตุ หมายถึงนิวเคลียสที่มีสมบัติบางอย่างเหมือนกัน สัญลักษณ์ของนิวไคลด์แทนด้วย ${}^A_Z\text{X}$ โดยที่ X แทนนิวไคลด์ใด ๆ A แทนเลขมวล Z แทนเลขอะตอม เช่น ${}^4_2\text{He}$ |
| 3.5 | ไอโซโทป (Isotope) หมายถึงนิวไคลด์หรือธาตุที่มีเลขอะตอมเท่ากันแต่มีเลขมวลต่างกัน เช่น ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{13}_6\text{C}$, ${}^{14}_6\text{C}$ |

4. รัศมีของนิวเคลียส

จากข้อสรุปของนักวิทยาศาสตร์พบว่า นิวเคลียสมีลักษณะเป็นทรงกลมและขนาดของนิวเคลียสขึ้นอยู่กับจำนวน นิวคลีออนที่รวมกันอยู่ในนิวเคลียสนั้น



รูปที่ 2 แสดงรัศมีนิวเคลียส

ถ้าให้ r แทนรัศมีของนิวเคลียสที่มีเลขมวลเป็น A พบว่า $r \propto A^{1/3}$ จะได้

$$r = r_0 A^{1/3} \quad (2)$$

โดยที่ r_0 มีค่าอยู่ระหว่าง 1.2×10^{-15} ถึง 1.5×10^{-15} เมตร

5. แรงนิวเคลียร์ มวลพร่องและพลังงานยึดเหนี่ยว

แรงนิวเคลียร์ (Nuclear Force) หมายถึงแรงดูดที่มีค่ามากซึ่งทำให้นิวคลีออนมารวมกันอยู่ในนิวเคลียส โดยถ้าต้องการให้นิวคลีออนแยกออกจากกันได้ จะต้องให้พลังงานแก่นิวเคลียสซึ่งมีค่ามากพอติดกับพลังงานยึดเหนี่ยวระหว่างนิวคลีออนนั้น

มวลพร่อง (mass defect) หมายถึงมวลส่วนหนึ่งที่หายไป โดยเมื่อนิวคลีออนอิสระมารวมกันเป็นนิวเคลียส มวลของนิวเคลียสที่เกิดขึ้นใหม่จะมีมวลน้อยกว่า ผลรวมของมวลนิวคลีออนอิสระก่อนรวม

ถ้าให้ M แทนนิวเคลียสที่มีเลขมวล A และเลขอะตอมเป็น Z ซึ่ง Z คือจำนวนประจุบวกซึ่งแต่ละประจุมีมวล m_p และ $(A-Z)$ แทนจำนวนนิวตรอนซึ่งแต่ละตัวมีมวล m_n ดังนั้นจะคำนวณหามวลพร่องได้ดังนี้

$$\Delta m = (Zm_p + (A - Z)m_n) - M \quad (3)$$

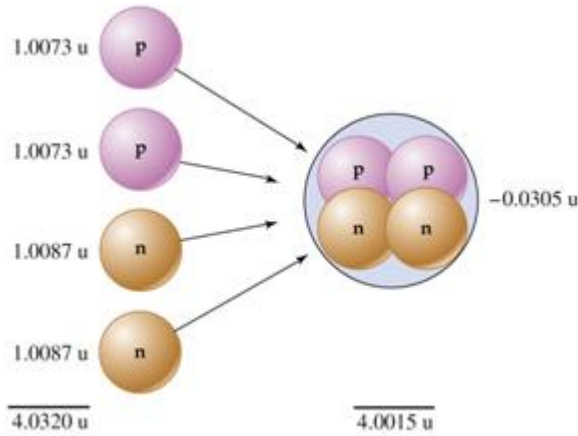
Δm แทนมวลพร่อง มีหน่วยเป็น u (atomic mass unit)

พลังงานยึดเหนี่ยว (Binding Energy) หมายถึงพลังงานที่ใช้ในการยึดนิวคลีออนให้มารวมกันเป็นนิวเคลียสได้ โดยพลังงานยึดเหนี่ยวนี้เปลี่ยนรูปมาจากมวลพร่อง นั่นเองโดยการหาค่าพลังงานยึดเหนี่ยวได้จาก การเปลี่ยนแปลงของมวลเปลี่ยนเป็นพลังงาน โดยถ้าให้ $B.E.$

แทนพลังงานยึดเหนี่ยว มีหน่วยเป็นเมกะอิเล็กตรอน โวลต์ (MeV) และ Δm แทนมวลพร่อง มีหน่วยเป็น u โดยที่ มวล $1 u$ เทียบเท่ากับพลังงาน 931 MeV ดังนั้นจะได้

$$B.E. = \Delta m \times 931 \text{ MeV} \quad (4)$$

ตัวอย่าง เช่น ${}^4_2\text{He}$ เกิดจาก โปรตอน 2 ตัว และนิวตรอน 2 ตัว ดังสมการ



จะได้

มวลก่อนรวม	${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H}$	=	$2(1.0073\text{u}) + 2(1.0087\text{u}) = 4.0320\text{ u}$
------------	-----------------------------------	---	---

มวลหลังจากรวม	${}^4_2\text{He}$	=	4.0015 u
---------------	-------------------	---	-------------------

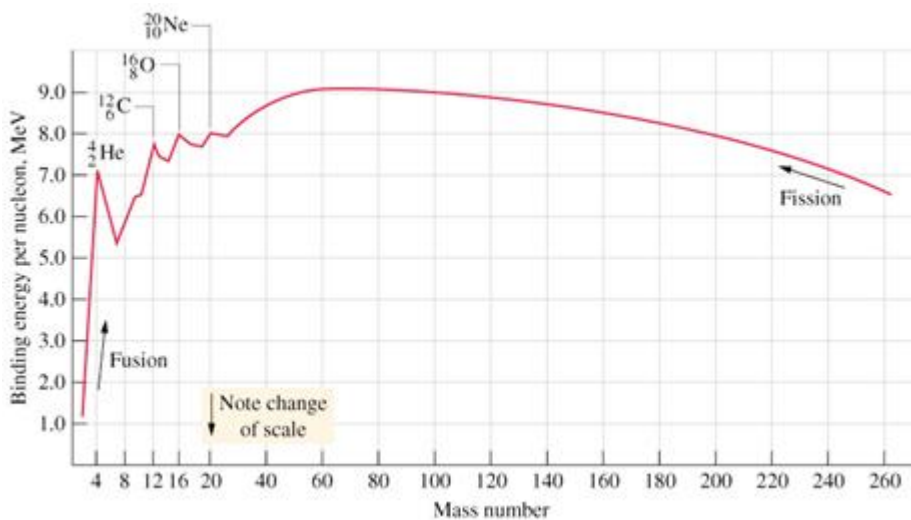
ดังนั้นมวลพร่อง	Δm	=	$(4.0320\text{ u}) - (4.0015\text{ u}) = 0.0305\text{ u}$
-----------------	------------	---	---

พลังงานยึดเหนี่ยว	$B.E.$	=	$\Delta m \times 931\text{ MeV}$
		=	$0.0305 \times 931\text{ MeV} = 28.39\text{ MeV}$

พลังงานยึดเหนี่ยวของ ${}^4_2\text{He}$ มีค่าเท่ากับ 28.39 MeV

6. ค่าพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออน

ค่าพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนของนิวไคลด์ใด ๆ ถ้านำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์กับเลขมวล จะได้กราฟดังนี้



รูปที่ 3

จากกราฟ พบว่า

1. ค่าพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนค่อย ๆ เพิ่มมากขึ้น เมื่อเลขมวลมากขึ้นตั้งแต่ 0 ถึง 26 เนื่องจากว่าเมื่อจำนวนนิวคลีออนมากขึ้นจะต้องใช้พลังงานในการยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกันเพิ่มขึ้น
2. ค่าพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนมีค่ามากแสดงว่า นิวคลีออนที่อยู่ในนิวเคลียสยึดกันแน่นมากทำให้ยากต่อการสลายตัวของนิวเคลียสนั้น ๆ หรือกล่าวได้ว่านิวเคลียสมีเสถียร ภาพมาก
3. ค่าพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนจะเริ่มมีค่าลดลง เมื่อเลขมวลของนิวไคลด์มีค่ามากกว่า 60 แสดงว่านิวคลีออนที่อยู่ในนิวเคลียสยึดกันไม่แน่นมากนัก ถ้าพิจารณาจำนวนโปรตอน และนิวตรอนในนิวเคลียสเหล่านี้จะพบว่าจำนวนโปรตอนและนิวตรอนมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งทำให้พลังงานในการยึดเหนี่ยวน้อยลงเมื่อนิวไคลด์หรือธาตุใดที่มีค่าพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนน้อย แสดงว่านิวไคลด์นั้นจะสลายตัวได้ง่าย ซึ่งเราเรียกนิวไคลด์เหล่านี้ว่าสารกัมมันตรังสี

7. กัมมันตภาพรังสี

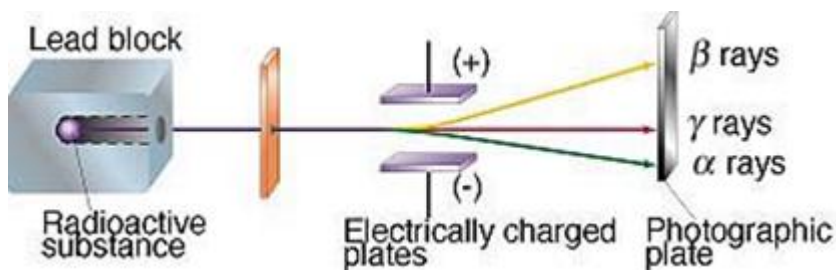
ในปี ค.ศ. 1896 นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศส ชื่อ อองตวน อองรี เบ็กเกอร์เรล (Antoine Henri Becquerel, 1852-1908) ได้ค้นพบการแผ่รังสีของนิวเคลียสขึ้น จากการศึกษาเกี่ยวกับการแผ่รังสีฟิสิกส์นิวเคลียร์ต่อมาทำให้ทราบถึงธรรมชาติของธาตุ และสามารถนำเอาไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้มาก เช่น นำไปใช้เพื่อการบำบัดรักษามะเร็ง การทำ CT SCANNERS เป็นต้น

7.1 การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี

ธาตุกัมมันตรังสี (Radioactive Elements) หมายถึงนิวไคลด์หรือธาตุที่มีสภาพไม่เสถียร ซึ่งจะมีการสลายตัวของนิวเคลียสอยู่ตลอดเวลาทำให้กลายเป็น นิวไคลด์ ใหม่หรือธาตุ ในขณะที่เดียวกันก็สามารถปลดปล่อยรังสีได้

กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) เป็นปรากฏการณ์อย่างหนึ่งของสารที่มีสมบัติในการแผ่รังสีออกมาได้เอง กัมมันตภาพรังสี ที่แผ่ออกมามีอยู่ 3 ชนิดด้วยกัน คือ รังสีแอลฟา รังสีเบตา และรังสีแกมมา

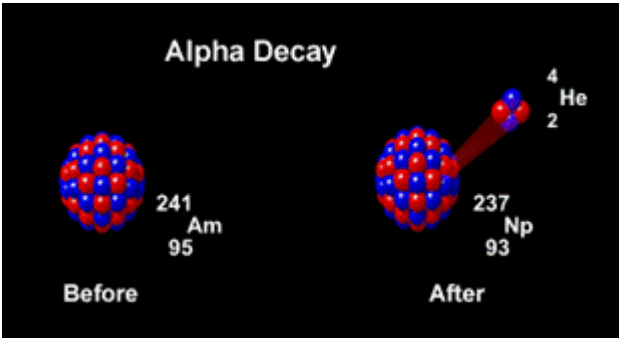
โดยเมื่อนำสารกัมมันตรังสีใส่ลงในตะกั่วที่เจาะรูเอาไว้ให้รังสีออกทางช่องทางเดียวไป ผ่านสนามไฟฟ้า พบว่ารังสีหนึ่งจะเบนเข้าหาขั้วบวกคือรังสีเบตา อีกรังสีหนึ่งเบนเข้าหาขั้วลบคือรังสีแอลฟาหรืออนุภาคแอลฟา ส่วนอีกรังสีหนึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้าจึงไม่ถูกดูดหรือผลักด้วยอำนาจแม่เหล็กหรืออำนาจนำไฟฟ้า ให้ชื่อรังสีนี้ว่า รังสีแกมมา ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงการเบี่ยงเบนของรังสีชนิดต่าง ๆ ในสนามไฟฟ้า

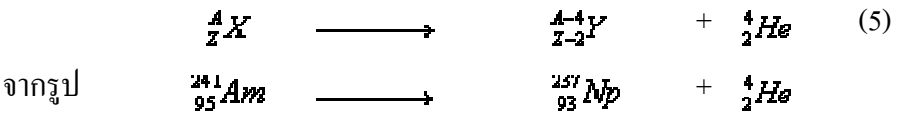
ก. รังสีแอลฟา (Alpha Ray) เกิดจากการสลายตัวของนิวเคลียสที่มีขนาดใหญ่และมีมวลมากเพื่อเปลี่ยนแปลงให้เป็นนิวเคลียสที่มีเสถียรภาพสูงขึ้น ซึ่งรังสีนี้ถูกปล่อยออกมาจากนิวเคลียสด้วยพลังงานต่าง ๆ กัน รังสีแอลฟาก็คือนิวเคลียสของฮีเลียม แทนด้วย ${}^4_2\text{He}$ มี

ประจุบวกมีขนาดเป็น 2 เท่าของประจุอิเล็กตรอน คือเท่ากับ +2e และมีนิวตรอน อีก 2 นิวตรอน (2n) มีมวลเท่ากับนิวเคลียสของฮีเลียมหรือประมาณ 7000 เท่าของอิเล็กตรอน เนื่องจากมีมวลมากจึงไม่ค่อยเกิดการเบี่ยงเบนง่ายนัก เมื่อวิ่งไปชนสิ่งกีดขวางต่าง ๆ เช่น ผิวหนัง แผ่นกระดาษ จะไม่สามารถผ่านทะลุไปได้ แต่จะถูกดูดซึมได้อย่างรวดเร็วแล้วจะถ่ายทอดพลังงานเกือบทั้งหมดออกไป ทำให้อิเล็กตรอนของอะตอมที่ถูกรังสีแอลฟาชนหลุดออกไป ทำให้เกิดกระบวนการที่เรียกว่า การแตกตัวเป็นไอออน



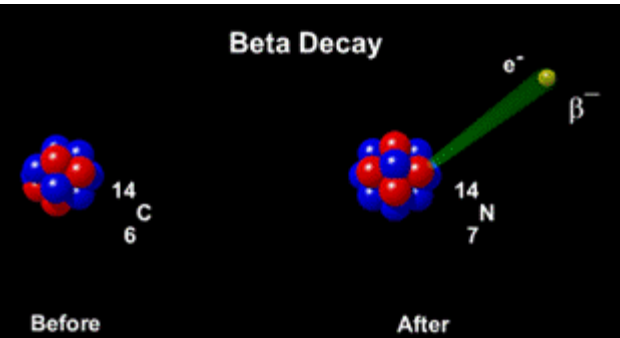
รูปที่ 5 แสดงการสลายตัวของสารแล้วให้รังสีแอลฟา

สมการการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีที่ให้รังสีแอลฟา เป็นดังนี้



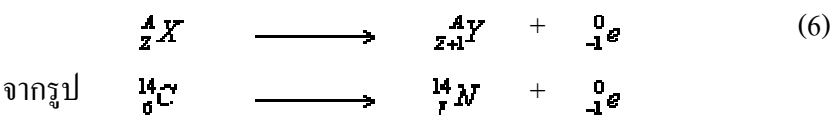
ข. รังสีเบตา (Beta Ray) เกิดจากการสลายตัวของนิวไคลด์ที่มีจำนวนโปรตอนมากเกินไปหรือน้อยเกินไป โดยรังสีเบตาแบ่งได้ 2 แบบคือ

1. เบตาลบหรือหรืออิเล็กตรอน ใช้สัญลักษณ์ β^- หรือ ${}_{-1}^0e$ เกิดจากการสลายตัวของนิวเคลียสที่มีนิวตรอนมากกว่าโปรตอน ดังนั้นจึงต้องลดจำนวนนิวตรอน ลงเพื่อให้นิวเคลียสเสถียรภาพ

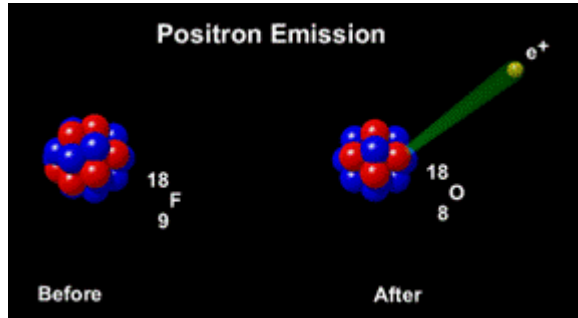


รูปที่ 6 แสดงการสลายตัวของสารแล้วให้รังสีเบตาลบ

สมการการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีที่ให้รังสีเบตาลบ เป็นดังนี้

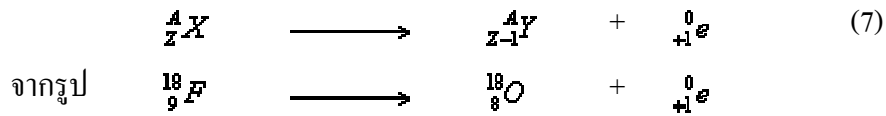


2. เบตาบวกหรือหรือโพสิตรอน ใช้สัญลักษณ์ β^+ หรือ ${}_{+1}^0e$ เกิดจากการสลายตัวของนิวเคลียสที่มีโปรตอนมากเกินไปกว่านิวตรอน ดังนั้นจึงต้องลดจำนวนโปรตอนลงเพื่อให้นิวเคลียสเสถียรภาพ



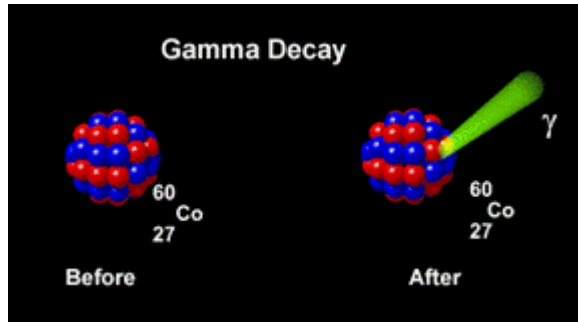
รูปที่ 7 แสดงการสลายตัวของสารแล้วให้รังสีเบตาบวก

สมการการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีที่ให้รังสีเบตาบวก เป็นดังนี้



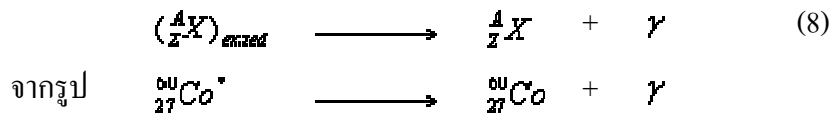
เนื่องจากอิเล็กตรอนนั้นเบามาก จึงทำให้งรังสีเบตาเกิดการเบี่ยงเบนได้ง่าย สามารถเบี่ยงเบนในสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กได้ มีความเร็วสูงมากคือมากกว่าครึ่งของ ความเร็วแสงหรือประมาณ 300,000 กิโลเมตรต่อวินาที มีอำนาจในการทะลุทะลวงมากกว่ารังสีแอลฟา แต่น้อยกว่ารังสีแกมมา

ค. รังสีแกมมา(Gamma Ray) ใช้สัญลักษณ์ γ เกิดจากการที่นิวเคลียสที่อยู่ในสถานะกระตุ้นกลับสู่สถานะพื้นฐาน โดยการปลดปล่อยรังสีแกมมาออกมา รังสีแกมมา ก็คือโฟตอนของการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเช่นเดียวกับรังสีเอ็กซ์ แต่มีความยาวคลื่นสั้นกว่าและมีอำนาจในการทะลุทะลวงสูงมากกว่ารังสีเอ็กซ์ ไม่มีประจุไฟฟ้าและมวล ไม่เบี่ยงเบนในสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กและ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าแสง



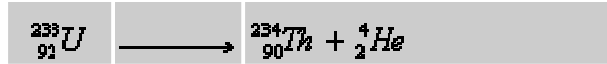
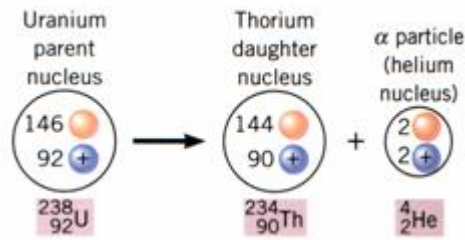
รูปที่ 8 แสดงการสลายตัวของสารแล้วให้รังสีแกมมา

สมการการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีที่ให้รังสีแกมมา เป็นดังนี้



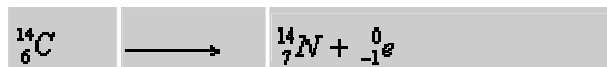
การเปลี่ยนแปลงของนิวเคลียสและมีการแผ่รังสีออกมาโดยที่นิวเคลียสเดิมจะเปลี่ยนเป็นนิวเคลียสใหม่ ซึ่งเรียกว่า การสลายตัว (Decay) ดังเช่น

การสลายตัวให้รังสีแอลฟา ของนิวเคลียส ${}_{92}^{238}U$



${}_{90}^{234}\text{Th}$ เป็นนิวไคลด์ใหม่เรียกว่า Daughter Nuclide ส่วน ${}_{92}^{238}\text{U}$ เป็นนิวไคลด์เดิมเรียกว่า Parent Nuclide

การสลายตัวให้รังสีเบตา ของนิวเคลียส ${}^6_{14}\text{C}$



การสลายตัวให้รังสีแกมมา ของนิวเคลียส ${}^8_{16}\text{O}^*$ สถานะกระตุ้น



โดยที่ ${}^8_{16}\text{O}$ จะเป็นนิวเคลียสที่สถานะพลังงานต่ำ

7.2 สมการการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี

จากการทดลองพบว่าอัตราการสลายตัวของนิวเคลียสจะเป็นปฏิภาคกับจำนวนนิวเคลียสที่มีอยู่ขณะนั้น เขียนเป็นสมการได้ว่า

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

$$\text{หรือ} \quad \frac{dN}{dt} = -\lambda N \quad (9)$$

โดยที่ λ แทนค่าคงที่ของการสลายตัว (decay constant)

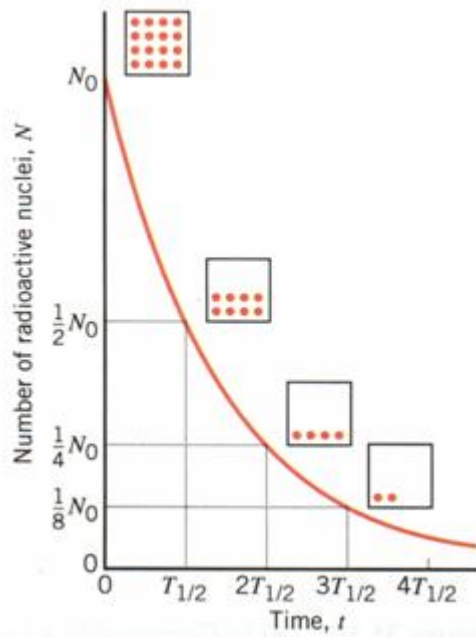
ถ้าให้ N_0 เป็นจำนวนนิวเคลียสเริ่มต้นที่เวลา $t=0$ และ N เป็นจำนวนนิวเคลียสที่เหลือ เมื่อเวลาผ่านไป t จะได้

$$\int_{N_0}^N \frac{dN}{N} = \int_0^t (-\lambda dt)$$

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

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (10)$$

การสลายตัวของสารกัมมันตรังสีแสดงได้ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 แสดงกราฟการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี

การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่ง ๆ จะแสดงลักษณะที่แตกต่างกันด้วยเวลาของการสลายตัวที่เรียกว่า ครึ่งชีวิต (Half - Life) แทนด้วย $T_{1/2}$ ซึ่งหมายถึงช่วงเวลาที่ธาตุกัมมันตรังสีหนึ่งจะสลายไปเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณที่มีอยู่เดิม ซึ่งจากรูปที่ 7 พบว่า

ในเวลาเริ่มต้น	$t = 0$	จำนวนนิวไคลด์ทั้งหมดเป็น	N_0
เมื่อเวลาผ่านไปครึ่งชีวิต	$t = T_{1/2}$	จำนวนนิวไคลด์ที่เหลือเป็น	$\frac{1}{2} N_0$
และเมื่อเวลาผ่านไป	$t = 2T_{1/2}$	จำนวนนิวไคลด์ที่เหลือเป็น	$\frac{1}{4} N_0$

ตารางที่ 1 แสดงครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสีบางธาตุและชนิดของการสลายตัว

นิวไคลด์	ชนิดของการสลายตัว	ครึ่งชีวิต
Polonium (^{214}Po)	α, γ	$1.64 \times 10^{-4} \text{ s}$
Krypton (^{89}Kr)	β, γ	3.16 min
Radon (^{222}Rn)	α, γ	3.83 da
Strontium (^{90}Sr)	α	28.5 yr
Radium (^{226}Ra)	α, γ	$1.6 \times 10^3 \text{ yr}$
Carbon (^{14}C)	β	$5.73 \times 10^3 \text{ yr}$
Uranium (^{238}U)	α, γ	$4.47 \times 10^9 \text{ yr}$
Indium (^{155}In)	β	$4.41 \times 10^{14} \text{ yr}$

เมื่อแทน $t = T_{1/2}$ และ $N = \frac{N_0}{2}$ ลงในสมการที่ (7.10) จะได้ว่า

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

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}}$$

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

$$\ln \frac{1}{2} = -\lambda T_{1/2}$$

$$T_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda} \quad (11)$$

เนื่องจากอัตราการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีเรียกว่า กัมมันตภาพ (Activity) แทนด้วย A ดังนั้นกัมมันตภาพของสารกัมมันตรังสีใด ๆ จะเขียนได้เป็น

$$A = \lambda N \quad (12)$$

กัมมันตภาพจะมีหน่วยเป็น ต่อวินาที หรือ disintegration per sec (dps) ซึ่งเรียกว่าเบคเคอเรล (Becquerel , Bq) เดิมใช้เป็นคูรี (Ci) โดยที่

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

ข้อควรจำ

1. ในทางปฏิบัติการวัดหาจำนวนนิวเคลียสโดยตรงกระทำได้ยาก และเนื่องจากจำนวนนิวเคลียสในสารหนึ่ง ๆ จะเป็นสัดส่วนกับปริมาณของสารนั้น ๆ ดังนั้นจึงพิจารณาเป็นค่ากัมมันตภาพหรือการวัดมวลแทน ดังนี้

$$\text{กัมมันตภาพที่เวลาใด ๆ } A = A_0 e^{-\lambda t} \quad (13)$$

โดยที่ A_0 คือกัมมันตภาพที่เวลาเริ่มต้น ($t=0$)

$$\text{มวลที่เวลาใด ๆ } m = m_0 e^{-\lambda t} \quad (14)$$

โดยที่ m_0 คือมวลสารตั้งต้นที่เวลาเริ่มต้น ($t=0$)

2. การหาจำนวนนิวเคลียสสามารถทำได้ดังนี้

ถ้า M แทนมวลอะตอมของธาตุ (กรัมต่อ โมล)

m แทนมวลของธาตุ (กรัม)

N_A แทนเลขอะโวคาโดร = 6.02×10^{23} อะตอมต่อ โมล

N แทนจำนวนอะตอม (อะตอม)

จะได้ว่า

$$N = \frac{mN_A}{M} \text{ อะตอม} \quad (15)$$

ในการคำนวณหาจำนวนนิวเคลียส โดยกำหนดมวลมาให้ ก็สามารถนำสมการนี้คำนวณหาจำนวนนิวเคลียสได้เหมือนกัน

7.3 หน่วยและขนาดของรังสี

1. **เรินต์เกน (Rontgen unit , R)** เป็นปริมาณรังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมาที่ทำให้อากาศแห้ง 1 cm³ แยกตัวมีประจุไฟฟ้าบวกหรือลบเท่ากับ $1 / (3 \times 10^9)$ คูลอมบ์ ซึ่งเทียบได้เป็นประจุไฟฟ้า (2.58×10^{-4}) C/kg หรือ $1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$

2. **แรด (rad)** ย่อมาจาก radiation absorbed dose เป็นหน่วยที่บอกถึงขนาดรังสีที่ถูกดูดกลืนในมวลสาร โดยกำหนดว่า 1 rad เป็นขนาดรังสีที่สารใด ๆ มวล 1 kg ดูดกลืนหรือรับพลังงานไว้ 10^{-2} J หรือ $1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ J/kg}$ หรือ เกรย์ในระบบ SI (Gray, Gy) โดยที่

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg} = 100 \text{ rad}$$

3. **เรม (rem) (Rontgen – Equivalent – Man)** เป็นหน่วยที่วัดขนาดรังสีที่เรียกว่า ขนาดรังสีสมมูล (Dose Equivalent) ซึ่งหมายถึงขนาดรังสีที่จะทำให้เกิดผลทางชีวภาพของร่างกายเทียบเท่ากับรังสีเบตา หรือรังสีแกมมาขนาด 1 rad โดย

$$\text{ขนาดรังสีสมมูล (rem)} = (\text{RBE}) (1\text{rad}) \quad (16)$$

เมื่อ RBE คือ Relative Biological Effectiveness ของชนิดของรังสี ถ้า RBE มีค่ามาก ผลของรังสีที่เกิดแก่เนื้อเยื่อก็จะรุนแรงมาก ค่า RBE สำหรับรังสี ชนิดต่าง ๆ ดูได้จากตาราง ซึ่งค่า RBE ขึ้นอยู่กับพิสัย (Range) ของรังสีชนิดนั้น ๆ ด้วย

ตารางที่ 7.2 แสดงค่า RBE สำหรับรังสีชนิดต่าง ๆ

ชนิดและพลังงานของรังสี	RBE
รังสีเอกซ์	1
รังสีแกมมา	1
อนุภาคเบตา 30KeV หรือมากกว่า	1
อนุภาคเบตา ขนาดน้อยกว่า 30 KeV	1.7
นิวตรอน(thermal to slow, < 0.02 MeV)	2-5
นิวตรอน (fast , 1-10 MeV)	10 (สำหรับร่างกาย) และ 30 (สำหรับนัยน์ตา)
โปรตอน (1-10 MeV)	10 (สำหรับร่างกาย) และ 30 (สำหรับนัยน์ตา)
อนุภาคอัลฟาจากกัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติ 1	10-20

8. ปฏิกิริยานิวเคลียร์

ปฏิกิริยานิวเคลียร์ คือ กระบวนการที่นิวเคลียสเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบซึ่งเกิดจากการยิงด้วยนิวคลีออน หรือกลุ่มนิวคลีออน หรือรังสีแกมมา แล้วทำให้มีนิวคลีออนเพิ่มเข้าไปในนิวเคลียสหรือออกไปจากนิวเคลียสหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงจัดตัวใหม่ภายในนิวเคลียส สามารถเขียนสมการของปฏิกิริยาได้ดังนี้

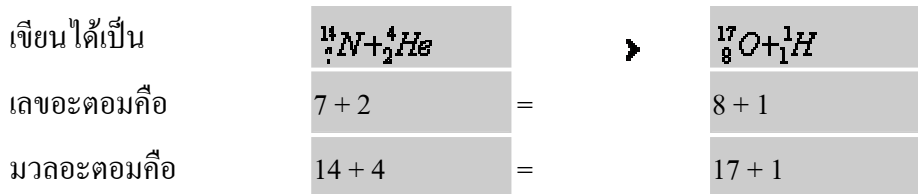


โดยที่ X เป็นนิวเคลียสที่เป็นเป้า, a คืออนุภาคที่วิ่งเข้าชนเป้า, b คืออนุภาคที่เกิดขึ้นใหม่หลังจากการชน และ Y คือนิวเคลียสของธาตุใหม่หลังจากการชน

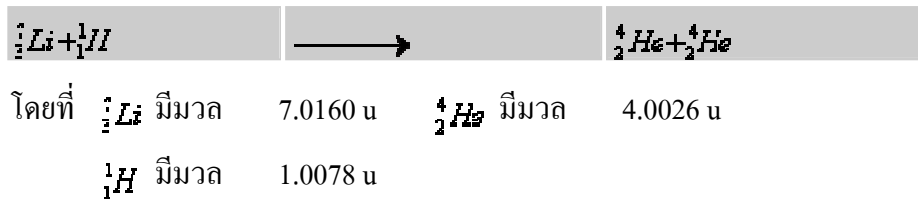
เช่น ${}^{12}\text{C}(\alpha, n){}^{13}\text{C}$ แสดงถึง ${}^{12}\text{C}$ เป็นนิวเคลียสเป้าหมายที่ถูกยิง ${}^4\text{He}$ เป็นนิวเคลียสของธาตุใหม่ที่เกิดขึ้น n คือนิวตรอนเป็นอนุภาคที่ใช้ในการยิง และเป็นรังสีที่เกิดขึ้นใหม่ เป็นต้น

ข้อควรจำ

1. ในสมการของปฏิกิริยานิวเคลียร์ทั้งหลายที่เกิดขึ้น ผลรวมของเลขอะตอมก่อนเกิดปฏิกิริยาและภายหลังปฏิกิริยาย่อมเท่ากัน และผลรวมของมวลอะตอมก่อนเกิดปฏิกิริยาและภายหลังปฏิกิริยาย่อมเท่ากัน เช่น ปฏิกิริยา ${}^7_3\text{N}(\alpha, p){}^{10}_8\text{O}$



2. ในปฏิกิริยานิวเคลียร์นั้นพลังงาน หรือ มวล-พลังงาน (mass – energy) ก่อนปฏิกิริยาและหลังปฏิกิริยาจะต้องเท่ากันเสมอ ซึ่งเป็นไปตามกฎทรงพลังงาน ดังเช่น ในการยิงอนุภาคโปรตอนไปยังนิวเคลียสของลิเทียมแล้วทำให้เกิดนิวเคลียสของฮีเลียม 2 นิวเคลียส ดังสมการ



มวลก่อนเกิดปฏิกิริยา ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} = 7.0160 \text{ u} + 1.0078 \text{ u} = 8.0238 \text{ u}$

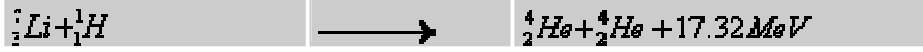
มวลหลังเกิดปฏิกิริยา ${}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He} = 4.0026 \text{ u} + 4.0026 \text{ u} = 8.0052 \text{ u}$

มวลรวมก่อนเกิดปฏิกิริยามากกว่ามวลรวมหลังปฏิกิริยา $= 8.0238 \text{ u} - 8.0052 \text{ u} = 0.0186 \text{ u}$

แต่มวลสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานได้โดย

$$E = (0.0186 \text{ u}) \times 931 \text{ MeV} = 17.32 \text{ MeV}$$

โดยพลังงานที่ให้ออกมาอยู่ในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ออกมาจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ จึงเรียกว่าพลังงานนิวเคลียร์ ดังนั้นเขียนสมการข้างต้นใหม่ได้ว่า



ปฏิกิริยานิวเคลียร์บางปฏิกิริยาต้องดูดพลังงานเข้าไปจึงจะเกิดปฏิกิริยาขึ้นได้ เช่น ปฏิกิริยา ${}^{14}_7\text{N}(\alpha, p){}^{17}_8\text{O}$ เขียนเป็นสมการได้



โดยที่ ${}^{14}_7\text{N}$ มีมวล	=	14.003074 u	${}^4_2\text{He}$ มีมวล	=	4.002603 u
${}^{17}_8\text{O}$ มีมวล	=	18.005677 u	${}^1_1\text{H}$ มีมวล	=	1.007825 u

มวลก่อนเกิดปฏิกิริยา	${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He}$	=	14.003074 u + 4.002603 u	=	18.005677 u
มวลหลังเกิดปฏิกิริยา	${}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$	=	18.005677 u + 1.007825 u	=	18.006958 u

ผลต่างของพลังงานก่อนเกิดปฏิกิริยากับหลังเกิดปฏิกิริยามีค่าดังนี้

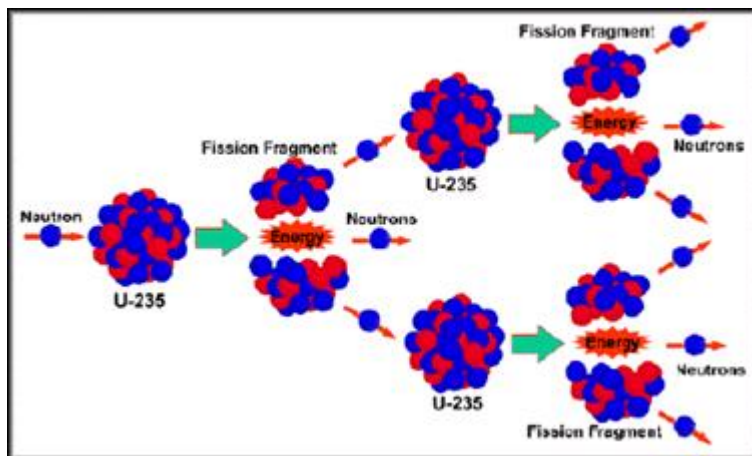
$$E = (18.005677 \text{ u} - 18.006958 \text{ u}) \times 931 \text{ MeV} = -1.193 \text{ MeV}$$

ดังนั้น เพื่อให้เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์นี้ขึ้นจะต้องให้พลังงานแก่ ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He}$ โดยเขียนเป็นสมการได้



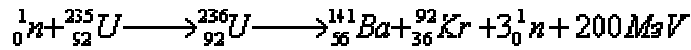
8.1 ปฏิกิริยาฟิชชันและฟิวชัน

1. **ปฏิกิริยาฟิชชัน (Nuclear Fission)** คือ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เป็นผลจากการแตกตัวของนิวเคลียสของธาตุหนัก โดยกระบวนการที่เกิดขึ้นจากการยิง นิวตรอน ไปยังนิวเคลียสของอะตอมหนัก แล้วทำให้นิวเคลียสแตกออกเป็น 2 ส่วนเกือบเท่ากัน ในปฏิกิริยานี้มวลของนิวเคลียสบางส่วนจะหายไป กลายเป็นพลังงานออกมา และเกิดนิวตรอนใหม่อีก 2 หรือ 3 ตัว ซึ่งวิ่งเร็วมากพอที่จะไปยิงนิวเคลียสของอะตอมอื่นต่อไปทำให้เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องเรื่อยไป เรียกว่า ปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction)

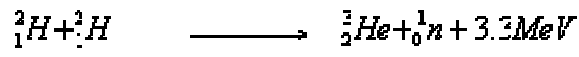


รูปที่ 10 การเกิดปฏิกิริยาการแตกตัว

ตัวอย่างการแบ่งแยกนิวเคลียส เช่น การยิงนิวตรอนไปยังนิวเคลียสของ ${}^{235}_{92}\text{U}$ ซึ่งจะแตกออกเป็น 2 ส่วนเกือบเท่ากัน คือ เกิดนิวเคลียสของแบเรียมและคริปตัน ดังสมการ



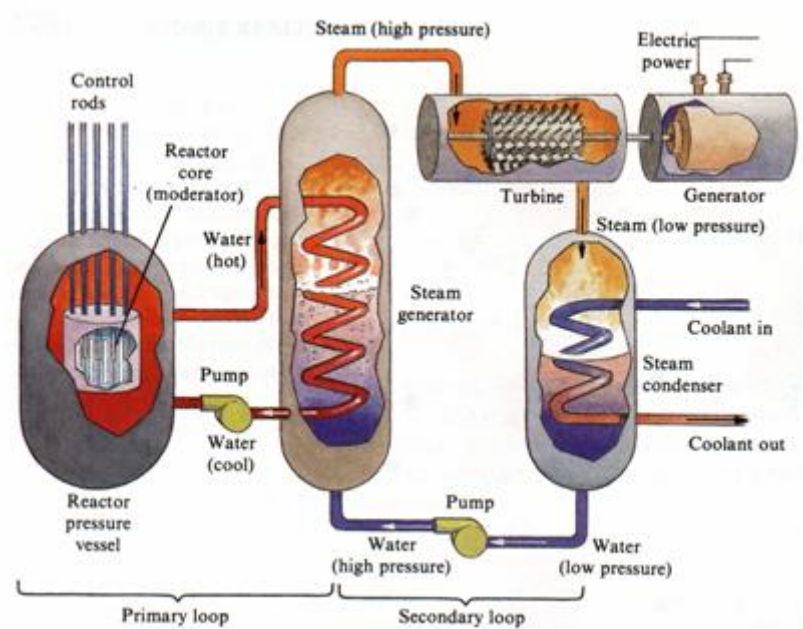
2. **ปฏิกิริยาฟิวชัน (Nuclear Fusion)** คือ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เป็นผลจากการแตกตัวของนิวเคลียสของธาตุเบาเป็นนิวเคลียสของธาตุหนักพร้อมกับปล่อยพลังงานออกมา เช่น



9. เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์

เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (Nuclear Reactor) คือ เครื่องผลิตพลังงานนิวเคลียร์ที่สามารถควบคุมการแบ่งแยกนิวเคลียร์และปฏิกิริยาลูกโซ่ให้เกิดขึ้นในอัตราที่พอเหมาะ ทำให้สามารถนำเอาพลังงานความร้อน นิวตรอน และรังสีที่เกิดขึ้นไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้

เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์มีหลายชนิด มีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันไป โดยแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วน ซึ่งแต่ละส่วนมีส่วนประกอบของเครื่องโดยทั่วไปมีดังนี้



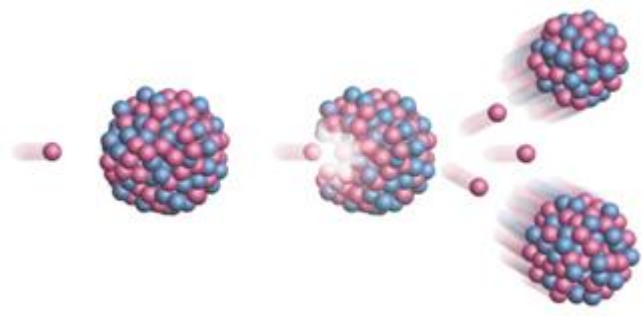
รูปที่ 11 แสดงเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์

- เชื้อเพลิง (Fuel)** อาจใช้ยูเรเนียม พลูโตเนียม เป็นต้น
- มอดเรเตอร์เรเตอร์ (Moderator)** มีหน้าที่ทำให้นิวตรอนวิ่งช้าลงเพราะนิวตรอนช้ามีประสิทธิภาพในการทำให้เกิดการแบ่งแยกนิวเคลียสได้ดีกว่านิวตรอนเร็ว สารที่ใช้เป็นมอดเรเตอร์ได้แก่ คาร์บอน เมื่อนิวตรอนวิ่งผ่านคาร์บอนจะชนกับอะตอมของคาร์บอนทำให้มันวิ่งช้าลงได้ความเร็วตามต้องการ
- แท่งบังคับ (Control Rods)** มีหน้าที่ควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยาไม่ให้เกิดมากเกินไป ที่นิยมใช้คือ แคดเมียม หรือโบรอน แคดเมียมจะเป็นตัวดูดกลืนนิวตรอนไว้ได้ดีมาก ดังนั้นถ้าสอดแท่งแคดเมียมให้ลึกเข้าไปในเครื่องมาก ๆ ก็จะดูดกลืนนิวตรอนไว้ได้น้อยลงทุกทีและปฏิกิริยาลูกโซ่ก็จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามมา
- ตัวทำให้เย็น (Coolant)** เพื่อนำเอาความร้อนออกไปจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ โดยอาจใช้น้ำธรรมดาหรือโลหะโซเดียมหรือแก๊ส

คาร์บอนไดออกไซด์ อีเลียม อากาศเป็นต้น

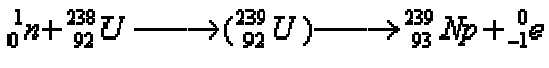
5. เครื่องกำบัง (Shield) มีหน้าที่ป้องกันไม่ให้รังสีออกจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ซึ่งอาจทำอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย เครื่องกำบังอาจทำด้วยคอนกรีตหนา ๆ หรืออาจใช้บ่อน้ำก็ได้

การทำงานของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์อาจอธิบายได้ดังนี้ เริ่มจากยูเรเนียมที่ใส่อยู่ในเครื่องนั้นปกติจะเป็น $^{235}_{92}\text{U}$ มีปริมาณน้อยกว่า 1% ของยูเรเนียมทั้งหมดทำหน้าที่ เป็นเชื้อเพลิง ส่วนยูเรเนียมที่เหลืออยู่นั้นคือ $^{238}_{92}\text{U}$ เมื่อมีนิวตรอนวิ่งผ่านเข้าไปในเครื่องจะยิงนิวเคลียสของ $^{235}_{92}\text{U}$ ทำให้เกิดการแบ่งแยกนิวเคลียสขึ้น นิวเคลียสที่ถูกแบ่ง แยกออกจะมีนิวตรอนเกิดขึ้น 1 หรือ 2 ตัว ซึ่งจะวิ่งผ่านเข้าเครื่องต่อไปแล้วยิงนิวเคลียสอื่นต่อไป ทำให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่และได้พลังงานเกิดขึ้นมากมาย

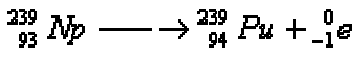


รูปที่ 12 แสดงการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์

นิวตรอนบางตัววิ่งไปชนนิวเคลียสของ $^{238}_{92}\text{U}$ ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้กลายเป็น $^{239}_{92}\text{U}$ ซึ่งไม่เสถียรและเกิดสลายตัวต่อไป ทำให้เกิดพลูโตเนียมขึ้น ดังสมการต่อไปน



$^{239}_{92}\text{U}$ เป็นธาตุกัมมันตรังสีจะสลายตัวต่อไปได้เป็นพลูโตเนียม ดังสมการ



พลูโตเนียมนี้มีประโยชน์ใช้เป็นตัวเชื้อเพลิงได้ดีเช่นเดียวกับยูเรเนียม และเมื่อคุณิวตรอนเข้าเข้าไปก็ทำให้เกิดการแบ่งแยกนิวเคลียสได้เช่นกัน

พลังงานความร้อนที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์นั้น อาจนำเอาไปใช้ต้มน้ำให้เดือดกลายเป็นไอน้ำ เพื่อไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อไป

10. ผลของรังสีต่อสิ่งมีชีวิต

รังสีที่แผ่ออกจากธาตุกัมมันตรังสีเมื่อผ่านเข้าไปในสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย จะทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนของอะตอมตามแนวทางที่รังสีผ่านไป ทำให้เกิดผลเสียต่อสิ่งมีชีวิต 2 แบบ คือ

10.1 ผลของรังสีที่มีต่อร่างกาย คือ เกิดเป็นผื่นแดงขึ้นตามผิวหนัง ผมร่วง เซลล์ตาย เป็นแผลเปื่อย เกิดเนื้อเส้นใยจำนวนมากที่ปอด (fibrosis of the lung) เกิดโรคมะเร็งโลหิตขาวมาก (leukemia) เกิดต้อกระจก (cataracts) ขึ้นในนัยน์ตา เป็นต้น ซึ่งร่างกายจะเป็นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของรังสีที่ได้รับส่วนของร่างกายที่ได้ และอายุของผู้ได้รับรังสี ดังนั้นผู้ได้รับรังสีมีอายุน้อยแล้วอันตรายเนื่องจากรังสีจะมีมากกว่าผู้ที่มีอายุมาก ในทารกแรกเกิดแล้วอาจได้รับอันตรายถึงพิการหรือเสียชีวิตได้

10.2 ผลของรังสีที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ คือ ทำให้โครโมโซม (chromosome) เกิดการเปลี่ยนแปลง มีผลทำให้ลูกหลานเกิดเปลี่ยนแปลงลักษณะได้

11. การป้องกันรังสี

รังสีทุกชนิดมีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งนั้น จึงต้องทำการป้องกันไม่ให้ร่างกายได้รับรังสี หรือได้รับแต่เพียงปริมาณน้อยที่สุด ในกรณีที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้เนื่องจากต้องทำงานเกี่ยวข้องกับรังสีแล้ว ควรมีหลักยึดถือเพื่อปฏิบัติดังนี้

1. เวลาของการฉาย (time of exposure) โดยใช้เวลาในการทำงานในบริเวณที่มีรังสีให้สั้นที่สุด เพราะปริมาณกำหนดของรังสีจะแปรตรงกับเวลาของการฉาย

2. ระยะทาง (distance) การทำงานเกี่ยวกับรังสีควรอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดรังสีมาก ๆ ทั้งนี้เพราะความเข้มของรังสีจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทาง คือ $I \propto \frac{1}{d^2}$ เมื่อ d คือระยะทาง

3. เครื่องกำบัง (shielding) เครื่องกำบังที่วางกั้นระหว่างคนกับแหล่งกำเนิดรังสีจะดูดกลืนบางส่วนของรังสีหรืออาจจะทั้งหมดเลยก็ได้ ดังนั้นในกรณีที่ต้องทำงานใกล้กับสารกัมมันตรังสีและต้องใช้เวลาในการปฏิบัติงาน เราจำเป็นต้องใช้เครื่องกำบังช่วยเครื่องกำบังที่ดีควรเป็นพวกโลหะหนัก เพราะว่ามีอิเล็กตรอนอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้รังสีเมื่อวิ่งมาชนกับอิเล็กตรอนแล้วจะสูญเสียพลังงานไปหมด ตัวอย่างของเครื่องกำบังเช่น แผ่นตะกั่ว แผ่นเหล็ก แผ่นคอนกรีต ใช้เป็นเครื่องกำบังพวกรังสีเอกซ์และรังสีแกมมา แผ่นลูซิไทต์ควอตซ์ ใช้เป็นเครื่องกำบังรังสีเบตาได้ อากาศและแผ่นกระดาษ อาจใช้เป็นเครื่องกำบังอนุภาคอัลฟา ส่วนน้ำและพาราฟินใช้เป็นเครื่องกำบังอนุภาคนิวตรอนได้

12. เวชศาสตร์นิวเคลียร์

ปัจจุบันมีการนำเอาไอโซโทปกัมมันตรังสีไปใช้ให้เป็นประโยชน์ทางการแพทย์มากมาย โดยใช้ทั้งทางด้านการตรวจ การวินิจฉัยและการบำบัดรักษาโรค ดังต่อไปนี้

1. ใช้เป็นตัวตามรอย (Tracer)

โดยใช้พวกไอโซโทปกัมมันตรังสีบางชนิดเป็นตัวตามรอย เช่น โซเดียมกัมมันตรังสี (^{24}Na) มีครึ่งชีวิต 15.1 ชั่วโมง และให้รังสีเบตาและแกมมาออกมา โดยการทำให้ (^{24}Na) อยู่ในรูปของสารละลายแล้วนำไปฉีดให้คนไข้ เพื่อดูการไหลเวียนของกระแสโลหิตในร่างกาย โดยใช้เครื่องวัดกัมมันตภาพรังสี วางไว้ใกล้กับตำแหน่ง ที่ต้องการวัด เช่น แพทย์มีความสงสัยว่าการไหลเวียนของกระแสโลหิตไปวางไว้ในขาข้างหนึ่งของคนไข้ไม่ค่อยดีนัก เมื่อฉีดสารละลาย (^{24}Na) แล้วใช้เครื่องวัดรังสีไปวางไว้ใกล้ขาทั้งสองข้าง ขาข้างที่มีการไหลเวียนของกระแสโลหิตปกติดี เครื่องวัดจะแสดงให้เห็นที่ (^{24}Na) ผ่านมาโดยใช้เวลาไม่นานนักหลังจากฉีดสารละลายดังกล่าวแล้ว ส่วนเครื่องวัดที่อยู่ใกล้ขาอีกข้างหนึ่งแสดงผลให้เห็นที่ช้าและด้วยอัตราการนับที่ต่ำกว่าปกติ แสดงว่ามีการไหลเวียนของกระแสโลหิตไม่ค่อยดีนัก

อาจใช้ (^{24}Na) เป็นตัวตามรอยเพื่อหาตำแหน่งของการอุดตันในหลอดเลือดได้วิธีการคือฉีดสารละลายที่มี (^{24}Na) เข้าไปในเส้นเลือดดำ แล้วใช้เครื่องวัดรังสี ตรวจไปตามอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย ถ้ามีการอุดตันเกิดขึ้นบริเวณใดเครื่องวัดรังสีจะบ่งบอกอัตราการนับที่สูง เพราะว่า (^{24}Na) จะมารวมอยู่ตรงจุดที่เกิดการอุดตันมากนั่นเอง

2. ใช้เพื่อการวินิจฉัยและบำบัดรักษาโรค

มีการนำเอาไอโซโทปกัมมันตรังสีหลายชนิดไปใช้เพื่อการวินิจฉัยโรคและบำบัดรักษาโรคต่าง ๆ ได้มากมาย เช่น โรคต่อมไทรอยด์ทำงานมากเกินไป (hyperthyroidism) โดยให้คนไข้ดื่มน้ำเกลือที่มีไอโอดีนกัมมันตรังสี (^{131}I) เข้าไป แล้วใช้เครื่องวัดรังสีวางไว้ใกล้กับต่อมไทรอยด์ ถ้าต่อมไทรอยด์ปกติจะสามารถ จับไอโอดีนไว้ได้ประมาณ 30% ของที่ดื่มเข้าไป โดย 60% จะถูกขับออกไปกับน้ำปัสสาวะ และอีก 10% จะกระจายอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย สำหรับรายที่เป็น hyperthyroidism นั้น ต่อมไทรอยด์จะดูดจับไอโอดีนไว้ได้ถึงประมาณ 70% ดังนั้นจากอัตราการนับของเครื่องวัดรังสีจะเป็นตัวบ่งชี้ให้ทราบว่าเป็นโรคนี้หรือไม่

ในการตรวจมะเร็งเนื้อเยื่อที่ต่อมไทรอยด์ อาจทำได้โดยการดูการกระจายของไอโอดีนกัมมันตรังสีในต่อมไทรอยด์ โดยใช้เครื่องวัดรังสีที่เคลื่อนที่ได้ไปตามท่อน้ำที่ของต่อมในแนว ขนานต่อเรียงกันไปเรื่อย ๆ แล้วบันทึกอัตราการนับจากเครื่องวัดเอาไว้ในแต่ละแนวที่เครื่องวัดกวาดไป จากผลที่ได้จะเป็นตัวบ่งชี้ว่า ต่อมไทรอยด์เป็นมะเร็ง หรือไม่ ถ้าตรวจพบว่าเป็นมะเร็งแพทย์ก็จะทำการรักษาโดยใช้ไอโอดีนกัมมันตรังสีในปริมาณที่มากกว่าเมื่อตอนวินิจฉัยโรค ^{131}I จะให้รังสีออกไปทำลายเนื้อเยื่อต่อมไทรอยด์ทั้ง ส่วนที่เป็นมะเร็งและส่วนที่ปกติ แต่เนื่องจากเนื้อเยื่อที่เป็นมะเร็งจะดูดจับไอโอดีนไว้ได้ด้วยปริมาณที่สูงกว่าเนื้อเยื่อปกติ เซลล์มะเร็งจึงถูกทำลายไป

โคบอลต์กัมมันตรังสี (^{60}Co) มีครึ่งชีวิต 5.3 ปี และให้รังสีที่มีอำนาจในการทะลุทะลวงได้ลึกเข้าไปในร่างกาย ทำให้สามารถทำลายเนื้อร้ายได้เช่นเดียวกับเรเดียม แต่ ^{60}Co มีราคาถูกกว่าเรเดียม ปัจจุบันจึงใช้นิยมมากกว่า วิธีการคือฝัง ^{60}Co ก้อนเล็ก ๆ ไว้ในร่างกายตรงบริเวณที่เป็นมะเร็ง ทิ้งไว้จนรังสีจาก ^{60}Co ทำลายเซลล์มะเร็งเรียบร้อยแล้วจึงนำเอาก้อน ^{60}Co ออกไปจากร่างกายได้

มีพวกเนื้องอกบางชนิดไม่สามารถบำบัดรักษาได้ด้วยรังสีแกมมาจาก ^{60}Co จึงต้องใช้อนุภาคที่มีพลังงานสูงแทน เช่น นิวตรอน โปรตอน ไอออนหนัก และรังสีเอกซ์ พลังงานสูง

ทองคำกัมมันตรังสี (^{198}Au) มีครึ่งชีวิต 2.7 วัน ให้รังสีเบตาและแกมมาออกใช้บำบัดรักษาเนื้องอกและมะเร็งได้ โดยเฉพาะมะเร็งบริเวณต่อมลูกหมาก กระเพาะปัสสาวะ และโพรงเนื้อเยื่อหุ้มปอด

ฟอสฟอรัสกัมมันตรังสี (^{32}P) มีครึ่งชีวิต 14.3 วัน ให้รังสีเบตาออกมาไปเกาะตามบริเวณไขกระดูกและในนิวเคลียสของเซลล์ที่มีการแบ่งตัวได้อย่างรวดเร็ว จึงใช้ ^{32}P รักษาพวกโรคมะเร็งเม็ดเลือดแดงมากเกินไปและลูคีเมียแบบเรื้อรัง