

รังสี พลังงานจากนิวเคลียสที่ไม่เสถียร

Radiation – Energy from Instability of Nucleus

ศุภศิษย์ อรุณรุ่งสวัสดิ์*

บทนำ

รอบตัวเราทุกวันนี้แวดล้อมไปด้วยรังสีต่างๆ มากมายทั้งในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น คลื่นวิทยุ รังสีความร้อน แสงที่ตามองเห็น รังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา เป็นต้น หรือรังสีที่แผ่ออกมาในรูปกระแสอนุภาคที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง เช่น รังสีแอลฟา และรังสีบีตา

รังสีทั้ง 2 ประเภทนี้ (คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรืออนุภาคที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง) เราได้รับอยู่แล้วจากธรรมชาติ จากอาหารที่บริโภค หรือจากเครื่องมือทางการแพทย์ แต่ถ้าหากได้รับในปริมาณที่มากเกินไป

ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่ต้องทำงานหรืออาศัยอยู่ในบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับรังสีเหล่านี้ ซึ่งกลุ่มคนเหล่านี้ควรได้รับคำแนะนำเพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพหรือสามารถแก้ไขสถานการณ์ได้ทันเวลาที่ตัวอย่างเช่น อุบัติเหตุการระเบิดของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ที่ทำให้เกิดการรั่วไหลของสารกัมมันตรังสี ไอโอดีน-131 ปนเปื้อนในน้ำประปาหรือน้ำพืชผลทางการเกษตร เป็นต้น

Abstract

Nowadays, there are many kinds of radioactivity around us in the form of electromagnetic wave, for instance, radio wave, infrared, visible light, ultraviolet, x-ray and γ -rays or the rays in high speed moving particle current, such as, α -rays and β -rays.

We received both kinds of rays (electromagnetic wave or high speed moving particle) from nature, food or medical instruments in safety quantity.

However, getting them too much in short or long period is too dangerous. Especially, the people who work or live in the area which risk to these rays should be recommended for their health safety and the way to solve the problems in time. For examples, the nuclear power plant explosion which cause of the leakage of iodine-131 radioactivity contaminated in taps water or agricultural crops.

*อาจารย์ประจำ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยคริสเตียน

บทนำ

ข่าวการเกิดแผ่นดินไหวขนาด 9.0 ริคเตอร์ ที่จังหวัดมิยาจิ (Miyagi) ประเทศญี่ปุ่น ณ เวลาท้องถิ่น 14.46 น. วันศุกร์ที่ 11 มีนาคม พ.ศ. 2554 ที่ผ่านมามีพบว่าภายหลังเหตุแผ่นดินไหวได้เกิดคลื่นสึนามิพัดพาอาคารบ้านเรือนและรถยนต์ให้จมเสียหายอยู่ใต้น้ำแล้ว วันต่อมาบริษัทโตเกียวอิเล็กทริกพาวเวอร์ (Tokyo Electric Power Company, TEPCO) ได้ยืนยันว่า โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ฟูกูชิมะ หมายเลข 1 (The Fukushima I Nuclear Power Plant) ในเมืองโอกูมะ เขตฟูกูชิมะ จังหวัดฟูกูชิมะ ทางตะวันออกเฉียงเหนือของญี่ปุ่นห่างจากกรุงโตเกียว 250 กิโลเมตร เกิดเหตุระเบิดและกำแพงได้ถล่มลงมา ซึ่งตามปกติ เมื่อเกิดเหตุแผ่นดินไหว โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์จะปิดระบบอัตโนมัติ จากนั้นระบบหล่อเย็นจะช่วยลดอุณหภูมิของแท่งเชื้อเพลิงซึ่งเป็นตัวป้อนความร้อนให้เตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ แต่ปรากฏว่าระบบหล่อเย็นไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่เตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์จะร้อนถึงขั้นหลอมละลาย และจะทำให้เกิดการรั่วไหลของสารกัมมันตรังสี มีการประกาศให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในรัศมี 20 กิโลเมตรรอบโรงไฟฟ้าอพยพโดยด่วน โดยผู้เชี่ยวชาญเรื่องนิวเคลียร์ได้เข้าตรวจสอบการระเบิดของโรงไฟฟ้า และตรวจพบการแพร่กระจายของสารกัมมันตรังสี ซีเซียม-137 (^{137}Cs) และไอโอดีน-131 (^{131}I) โดยรังสีมีความรุนแรงสูงกว่าระดับปกติถึง 1,000 เท่า และหลังจากเกิดเหตุระเบิดแล้ว 1 เดือนได้พบการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีในน้ำประปา บริเวณเขตเมืองโตเกียวซึ่งอยู่ห่างจากจุดระเบิดมากกว่า 200 กิโลเมตร อีกทั้งพืชผลการเกษตรจากบริเวณใกล้เคียงก็พบการปนเปื้อนเช่นเดียวกัน

ท่ามกลางความกังวลของนานาชาติที่เพิ่มขึ้น รวมทั้งในประเทศไทยด้วย ประชาชนเกิดความตระหนักถึงการแพร่กระจายและการปนเปื้อนของสารกัมมันตรังสีดังกล่าว ตลาดสินค้าอาหารทะเลหยุดชะงักทันที อีกทั้งมีการกว้านซื้อยาเม็ดไอโอดีนรวมทั้ง

ยาทาแผลทิงเจอร์ไอโอดีนมารับประทานหรือทาบริเวณคอจนสินค้าขาดตลาดไปอย่างรวดเร็ว อาจเป็นเพราะประชาชนขาดความรู้ความเข้าใจเรื่องสารกัมมันตรังสี เพราะเป็นเรื่องใหม่ในสังคมไทย ดังนั้นเพื่อป้องกันความสับสนและการตื่นตระหนกของประชาชนที่ในอนาคตอาจเกิดเหตุการณ์ในทำนองนี้อีก ผู้เขียนเห็นว่าควรอธิบายและสร้างความเข้าใจในเรื่องดังกล่าว ซึ่งควรจะมีความรู้ตั้งแต่การแบ่งประเภทของสสารอนุภาคพื้นฐานภายในอะตอม ธาตุหรือไอโซโทปที่แผ่รังสีออกมาได้เองโดยธรรมชาติ รังสีชนิดต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา หรือรังสีที่ได้รับจากการตรวจวินิจฉัยด้วยการเครื่องมือทางการแพทย์ การรักษาโรคบางชนิดด้วยการฉายรังสี รวมทั้งการป้องกันเบื้องต้นหากต้องเข้าไปเกี่ยวข้องกับหรืออาศัยอยู่ในบริเวณที่มีการใช้หรือการรั่วไหลของสารกัมมันตรังสีชนิดต่างๆ เป็นต้น

ธาตุ สสารและอนุภาคพื้นฐาน

สสาร (Matter) หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวของเรา ซึ่งเราสามารถสัมผัสได้ด้วยประสาททั้ง 5 มีมวล มีรูปร่าง มีปริมาตร ต้องการที่อยู่ และมีการเปลี่ยนแปลง ส่วนคำว่า สาร (Substances) หมายถึง “เนื้อของสสารที่นำมาศึกษาหรือสิ่งที่นำมาศึกษา” เพราะฉะนั้นจึงสามารถใช้คำว่าสารแทนสสารได้ ตัวอย่างสารที่อยู่รอบๆ ตัวเราและพบเห็นเป็นประจำ เช่น น้ำ ทองคำ เงิน ทองแดง เหล็ก น้ำมันเชื้อเพลิง เกลือแกง น้ำปลา หิน ทราย คอนกรีต ปูนซีเมนต์ เป็นต้น

ปัจจุบันมนุษย์รู้จักสารมากกว่าสองล้านชนิด ซึ่งสารบางอย่างก็มีสมบัติคล้ายกัน บางอย่างก็มีสมบัติแตกต่างกัน เพื่อสะดวกในการศึกษาค้นคว้าจึงต้องมีการจำแนกหรือจัดหมวดหมู่ของสารโดยอาศัยสมบัติต่างๆ ของสารเป็นเกณฑ์ เช่น การนำไฟฟ้า สถานะองค์ประกอบทางเคมี การละลาย ลักษณะเนื้อของสาร และขนาดอนุภาค เป็นต้น ถ้าใช้สถานะเป็นเกณฑ์จะแบ่งสสารออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ แต่ถ้าใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์สามารถ

วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน

ปีที่ ๑๗ ฉบับที่ ๒ (พฤษภาคม - สิงหาคม) ๒๕๕๔

จัดเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ ของผสม (Mixture) และ สารบริสุทธิ์ (Pure substances) โดยที่ของผสมแบ่งย่อยออกเป็น ของผสมเนื้อเดียว (Homogeneous mixtures) เป็นสารที่มีองค์ประกอบภายในเหมือนกัน มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน ตัวอย่างเช่น น้ำเกลือ เป็นต้น กับ ของผสมเนื้อผสม (Heterogeneous mixtures) เป็นของผสมที่มองเห็นไม่เป็นเนื้อเดียวกัน หรือไม่บริสุทธิ์ ใดๆ ส่วนมีสมบัติที่ไม่เหมือนกัน โดยแต่ละส่วนนั้นยังมีสมบัติของสารเดิมเหลืออยู่ ตัวอย่างเช่น พริกเกลือ ดิน คอนกรีต เป็นต้น

สารบริสุทธิ์ (Pure substances) หมายถึง สารเนื้อเดียวที่ประกอบไปด้วยสารเพียงชนิดเดียวไม่มีสารอื่นเจือปน เช่น โลหะทองแดง (Cu) ประกอบด้วยอะตอมของทองแดงเพียงอย่างเดียว เพชรและแกรไฟต์ (C) ประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอนเพียงอย่างเดียว น้ำกลั่น (H_2O) ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำเพียงอย่างเดียว น้ำตาลกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) ประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคสเพียงอย่างเดียว สารบริสุทธิ์แต่ละชนิดมีองค์ประกอบต่างกัน บางชนิดประกอบด้วยอะตอมเพียงชนิดเดียว เรียกว่า ธาตุ (Elements) แต่สารบริสุทธิ์บางชนิดที่ประกอบด้วยอะตอมต่างชนิดกันเรียกว่า สารประกอบ (Compounds) ธาตุ (Elements) จึงเป็นสารบริสุทธิ์ที่ประกอบด้วยอะตอม (atom) เพียงชนิดเดียว ธาตุจึงเป็นสารที่ไม่สามารถแบ่งย่อยลงไปได้อีก เนื่องจากอะตอมทั้งหมดในสารนั้นเป็นสารชนิดเดียวกัน อะตอมจึงเป็นหน่วยย่อยที่เล็กที่สุดที่แสดงสมบัติของธาตุนั้นๆ ได้ เช่น ธาตุเหล็ก (Fe) ธาตุทองคำ (Au) เป็นต้น และคำว่า อะตอม ก็มีที่มาจากภาษากรีกว่า *átomos* หมายถึง ไม่สามารถแบ่งได้อีกต่อไป แต่เมื่อประมาณ 100 ปีที่ผ่านมา นักวิทยาศาสตร์ค้นพบว่า อะตอมที่คิดว่าไม่สามารถแบ่งได้อีกแล้วยังมีส่วนประกอบย่อยๆ เล็กลงไปอีก ส่วนประกอบย่อยของอะตอมหรือที่เรียกเป็นภาษาเฉพาะว่า อนุภาคพื้นฐาน (Fundamental particles) นั้นพบว่ามีอะตอมทุกอะตอมจะประกอบด้วยอนุภาคย่อยๆ 3 ชนิด คือ

โปรตอน (Proton) นิวตรอน (Neutron) และอิเล็กตรอน (Electron)

โปรตอน (Proton, p) อยู่ในส่วนที่เป็นแกนกลางของอะตอม (นิวเคลียส) มีประจุบวก

นิวตรอน (Neutron, n) ไม่มีประจุ มีน้ำหนักใกล้เคียงกับโปรตอน

อิเล็กตรอน (Electron, e) มีประจุลบ เบากว่าโปรตอนและนิวตรอนมากและเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วรอบๆ นิวเคลียส

อะตอมของธาตุที่มีโปรตอนเพียงตัวเดียวนักวิทยาศาสตร์ตั้งชื่อว่า ไฮโดรเจน (Hydrogen) ซึ่งมีที่มาจากภาษากรีกว่า *'hydro'* หมายถึง น้ำ กับคำว่า *'genes'* หมายถึง ทำให้เกิด รวมกันเป็น *'hydrogen'* หรือ 'ผู้ทำให้เกิดน้ำ' เวลาเขียนถึงธาตุชนิดใดจะเขียนด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ ในกรณีของธาตุไฮโดรเจนที่มีจำนวนโปรตอน 1 ตัว จะเขียนแทนด้วย H เรียกว่า สัญลักษณ์ธาตุ (elements symbol) และธาตุที่มีโปรตอน 2 ตัว ก็ตั้งชื่อว่าธาตุนั้นว่า ฮีเลียม (Helium) ซึ่งมาจากคำในภาษากรีกว่า *'helios'* แปลว่าดวงอาทิตย์ และเขียนเป็นสัญลักษณ์ธาตุได้ด้วยอักษรสองตัวคือ He เพราะถ้าเขียนด้วยอักษรตัวเดียวจะซ้ำกับธาตุไฮโดรเจนอีกตัวอย่างหนึ่ง ถ้าธาตุนั้นมีโปรตอน 6 ตัว ก็ตั้งชื่อว่าคาร์บอน (Carbon) สัญลักษณ์ธาตุก็คือ $6C$ เป็นต้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันจะมีจำนวนโปรตอนเท่ากันนั่นเอง ถ้าโปรตอนต่างกันก็คือธาตุคนละชนิดกัน และตัวเลขที่อยู่ด้านหน้าก็คือจำนวนโปรตอนนั่นเองหรือเรียกเป็นศัพท์เฉพาะทางว่า เลขอะตอม (Atomic number)

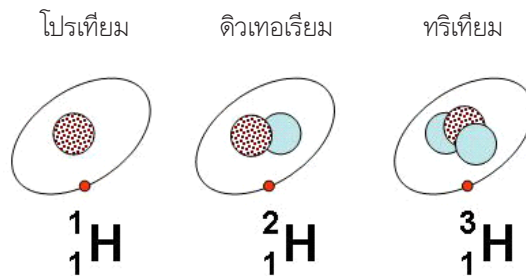
ไอโซโทป กัมมันตรังสี และกัมมันตภาพรังสี

อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันที่เป็นกลางทางไฟฟ้าจะมีจำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนเท่ากัน แต่จำนวนนิวตรอนอาจมีได้หลายค่า ทำให้อะตอมของธาตุเดียวกัน (มีจำนวนโปรตอนเท่ากันหรือมีเลขอะตอมเหมือนกัน) มีมวลแตกต่างกัน นักวิทยาศาสตร์เรียก

อะตอมของธาตุเดียวกันที่มีมวลต่างกัน ว่า ไอโซโทป (Isotope)

ไอโซโทปจึงเป็นอะตอมของธาตุเดียวกันมีจำนวนโปรตอนและจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน การที่มีจำนวนนิวตรอนต่างกันในแต่ละไอโซโทป หมายถึง การมีประจุที่เท่ากัน แต่มีมวลต่างกัน ซึ่งสามารถเขียนเป็นตัวเลขด้านบนซ้ายในสัญลักษณ์ธาตุเป็นการแสดงถึงผลรวมของจำนวนโปรตอนกับจำนวนนิวตรอนของแต่ละไอโซโทป ตัวอย่างเช่น ดิวเทอเรียม (Deuterium) ซึ่งเป็นไอโซโทปหนึ่งของธาตุไฮโดรเจน เขียนเป็นสัญลักษณ์

ได้คือ ${}^2_1\text{H}$ หมายถึงมีจำนวนโปรตอนและนิวตรอนอย่างละ 1 ตัว มีมวลประมาณ 2 เท่าของไฮโดรเจนหรือโปรเทียม (Protium ${}^1_1\text{H}$) ขณะที่ ทริเทียม (Tritium) ซึ่งก็เป็นไอโซโทปอีกชนิดหนึ่งของธาตุไฮโดรเจน มี 2 นิวตรอน และมีมวลประมาณ 3 เท่าของโปรเทียม เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้คือ ${}^3_1\text{H}$ ดังนั้น ธาตุไฮโดรเจน (ธาตุที่มีจำนวนโปรตอน 1 ตัว) ในธรรมชาติพบว่ามีอยู่ 3 ชนิดหรือ 3 ไอโซโทป คือ โปรเทียมหรือไฮโดรเจนธรรมดา (ไม่มีนิวตรอน) ดิวเทอเรียม (มี 1 นิวตรอน) และทริเทียม (มี 2 นิวตรอน) เป็นต้น



ภาพที่ 1 ไอโซโทปทั้ง 3 ชนิดของธาตุไฮโดรเจน

(ที่มา: <http://www.tint.or.th/nkc/nkc51/nkc5101/nkc5101t.html>)

ตัวอย่างธาตุอื่นๆ ที่มีหลายไอโซโทป เช่น ออกซิเจนมี 3 ไอโซโทปคือ ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{17}_8\text{O}$, ${}^{18}_8\text{O}$ อาร์กอน (Ar) มี 3 ไอโซโทป คือ ${}^{36}_{18}\text{Ar}$, ${}^{38}_{18}\text{Ar}$, ${}^{40}_{18}\text{Ar}$ เป็นต้น

การเขียนชื่อไอโซโทปของธาตุ ให้เขียนชื่อธาตุและตามด้วยเลขมวล หรือ เขียนสัญลักษณ์ธาตุตามด้วยเลขมวล หรือ เขียนแบบตัวยกก็ได้ ดังตัวอย่าง ธาตุออกซิเจน กับ ธาตุคาร์บอน สามารถเขียนได้ 3 แบบ คือ

ออกซิเจน-18 หรือ O-18 หรือ ${}^{18}_8\text{O}$
คาร์บอน-14 หรือ C-14 หรือ ${}^{14}_6\text{C}$ เป็นต้น

ธาตุที่มีหลายไอโซโทปจะมีลักษณะหนึ่งคือ จะมีบางไอโซโทปที่มีการสลายตัวตามเวลาที่ผ่านไป ซึ่งสารหรือธาตุที่มีการสลายตัวนี้เกิดจากนิวเคลียสที่ไม่เสถียร พยายามปรับสภาพตนเองให้กลายเป็นไอโซโทป (ธาตุ) ชนิดอื่นที่เสถียรขึ้น และในขณะที่มีการสลายตัวจะปลดปล่อย (แผ่) พลังงานออกมาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของรังสี (Radiation) หรือ ปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของ อนุภาค (Particles) เรียกสารหรือธาตุชนิดนี้ว่า ธาตุกัมมันตรังสี (Radioactive)

รังสีหรืออนุภาคจึงเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่ถูกปลดปล่อยหรือแผ่ออกมาจากสารหรือธาตุที่แกนกลาง

หรือนิวเคลียสไม่เสถียร พลังงานที่แผ่ออกมาแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ พลังงาน (รังสี) ที่แผ่ออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กับ พลังงาน (รังสี) ที่แผ่ออกมาในรูปของกระแสอนุภาคที่เคลื่อนที่เร็ว โดยมีรายละเอียดดังนี้

พลังงาน (รังสี) ที่แผ่ออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นพลังงานที่ไม่มีมวลและไม่มีประจุที่รู้จักกันดี ได้แก่ คลื่นวิทยุ (Radio waves) คลื่นไมโครเวฟ (Microwaves) รังสีความร้อนหรือรังสีอินฟราเรด (Infrared) แสงสว่างที่ตามองเห็น (Visible light) รังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) รังสีเอกซ์ (X-rays) และรังสีแกมมา (Gamma rays, γ -ray) โดยมีขนาดของความยาวคลื่นมากน้อยแตกต่างกันดังภาพที่ 2

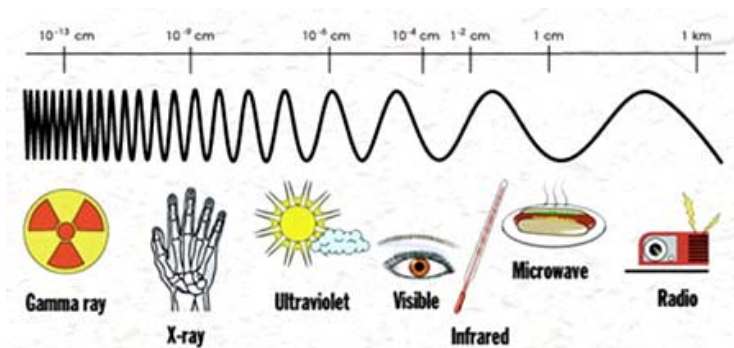
พลังงาน (รังสี) ที่แผ่ออกมาในรูปของกระแสอนุภาคที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง เป็นพลังงานที่มีมวลและประจุ ได้แก่ รังสีแอลฟา (α -rays) และ รังสีบีตา (β -rays) เป็นต้น

นอกจากนี้ยังจำแนกรังสีตามคุณสมบัติทางกายภาพได้เป็น 2 กลุ่ม คือ รังสีชนิดก่อให้เกิดไอออน (Ionizing radiation) กับ รังสีชนิดไม่ก่อให้เกิดไอออน (Non-ionizing radiation)

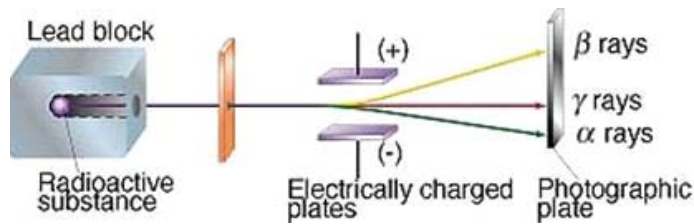
รังสีชนิดก่อให้เกิดไอออน เมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางไม่ว่าจะเป็นอากาศหรือตัวกลางใดๆ ทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต จะทำให้ตัวกลางเกิดการแตกตัวเป็นไอออนได้ทั้งโดยทางตรงหรือโดยทางอ้อมในตัวกลางที่เคลื่อนที่ผ่าน รังสีกลุ่มนี้ได้แก่ รังสีแอลฟา รังสีบีตา รังสีแกมมา รังสีเอกซ์ รังสีนิวตรอน อิเล็กตรอนที่มีความเร็วสูง โปรตอนที่มีความเร็วสูง รังสีเหล่านี้อาจทำให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตได้

รังสีชนิดไม่ก่อให้เกิดไอออน เมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางจะไม่ทำให้ตัวกลางเกิดการแตกตัวเป็นไอออน ได้แก่ คลื่นวิทยุ คลื่นไมโครเวฟ รังสีอินฟราเรด แสงสว่างที่ตามองเห็น และรังสีอัลตราไวโอเลต เป็นต้น

เมื่อนำสารหรือธาตุกัมมันตรังสีใส่ลงในแท่งตะกั่วที่เจาะรูเอาไว้เพื่อให้รังสีแผ่ออกมาทางช่องทางเดียวแล้วผ่านเข้าไปในสนามไฟฟ้า พบว่า รังสีหนึ่งจะเบนเข้าหาขั้วบวก คือ รังสีบีตา อีกรังสีหนึ่งเบนเข้าหาขั้วลบ คือ รังสีแอลฟา ส่วนอีกรังสีหนึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้าจึงไม่ถูกดูดหรือผลักด้วยอำนาจแม่เหล็กหรืออำนาจนำไฟฟ้า เรียกชื่อรังสีนี้ว่า รังสีแกมมา (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 2 รังสีในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



ภาพที่ 3 การเบี่ยงเบนรังสีชนิดต่างๆ ในสนามไฟฟ้า

(ที่มา : ภาพที่ 2 http://www.thaigoodview.com/files/u41062/electromagnetic_spectrum.jpg&imgrefurl=http

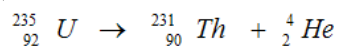
ภาพที่ 3 http://www.rmutphysics.com/physics/oldfront/102/1/nuclear1/nuclear_23.htm)

ดังนั้นคำว่า **กัมมันตรังสี (Radioactive)** จึงหมายถึง สารหรือธาตุหรือไอโซโทปที่มีการสลายตัวของนิวเคลียสอยู่ตลอดเวลา โดยปลดปล่อยหรือแผ่พลังงาน (รังสี/อนุภาค) ออกมา และเรียกปรากฏการณ์ที่สารหรือธาตุเหล่านี้ที่มีสมบัติในการปลดปล่อยพลังงานออกมาได้เองว่า **กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)**

รังสีแอลฟา รังสีบีตา และรังสีแกมมา

รังสีแอลฟา เกิดจากการสลายตัวของนิวเคลียสที่มีขนาดใหญ่และมีมวลมากเพื่อเปลี่ยนแปลงให้เป็นนิวเคลียสที่มีความเสถียรสูงขึ้น ซึ่งรังสีนี้จะถูกปล่อยออกมาจากนิวเคลียสด้วยพลังงานต่างๆ กัน ปัจจุบันทราบแล้วว่ารังสีแอลฟาเป็นนิวเคลียสของธาตุฮีเลียม เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ ${}^4_2\text{He}$ มีประจุบวก ขนาดเป็น 2 เท่าของประจุอิเล็กตรอน คือเท่ากับ $+2e$ และมีนิวตรอน อีก 2 ตัว มีมวลเท่ากับนิวเคลียสของฮีเลียม เนื่องจากมีมวลมากจึงไม่ค่อยเกิดการเบี่ยงเบน เมื่อวิ่งไปชนสิ่งกีดขวางต่างๆ เช่น ผิวหนัง (ฝ่ามือ) หรือ แผ่นกระดาษ จะไม่สามารถผ่านทะลุไปได้ และจะถูกดูดซึมได้อย่างรวดเร็วแล้วถ่ายโอนพลังงานเกือบทั้งหมดออกไป ทำให้อิเล็กตรอนของอะตอมที่ถูกรังสีแอลฟาชนหลุดออก ทำให้เกิดกระบวนการที่เรียกว่า การแตกตัวเป็นไอออน (Ionization)

ตัวอย่างการสลายตัวที่ให้รังสีแอลฟา เช่น นิวเคลียสของธาตุยูเรเนียม -235 (${}^{235}_{92}\text{U}$) สลายตัวกลายเป็นธาตุทอเรียม (Thorium, Th) พร้อมทั้งแผ่รังสีแอลฟา (${}^4_2\text{He}$) ออกมา ดังสมการ



รังสีบีตา เกิดจากการสลายตัวของธาตุที่มีจำนวนโปรตอนมากเกินไปหรือน้อยเกินไป แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ รังสีบีตาลบ กับ รังสีบีตาบวก

รังสีบีตาลบ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ β^- หรือ ${}^0_{-1}\text{e}$ เกิดจากการสลายตัวของนิวเคลียสที่มีนิวตรอนมากกว่าโปรตอน ($n > p$) ดังนั้นจึงต้องลดจำนวนนิวตรอนลงเพื่อให้นิวเคลียสมีเสถียรภาพขึ้น

ตัวอย่างการสลายตัวที่ให้รังสีบีตาลบ เช่น คาร์บอน-14 (${}^{14}_6\text{C}$) สลายตัวกลายเป็นธาตุไนโตรเจน (N) พร้อมทั้งแผ่รังสีบีตาลบ (${}^0_{-1}\text{e}$) ออกมา ดังสมการ



รังสีบีตาบวก หรือ โพสิตรอน (Positron) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ β^+ หรือ ${}^0_{+1}\text{e}$ เกิดจากการสลายตัวของนิวเคลียสที่มีโปรตอนมากกว่านิวตรอน ($p > n$) ดังนั้นจึงต้องลดจำนวนโปรตอนลงเพื่อให้นิวเคลียสมีเสถียรภาพขึ้น

วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน

ปีที่ ๑๗ ฉบับที่ ๒ (พฤษภาคม - สิงหาคม) ๒๕๕๔

ตัวอย่างการสลายตัวที่ให้อำนาจความร้อน เช่น ฟลูออรีน-18 (^{18}F) สลายตัวกลายเป็นธาตุออกซิเจน-18 (^{18}O) พร้อมทั้งแผ่รังสีบีตาบวก (β^+) ออกมา ดังสมการ



เนื่องจากอิเล็กตรอนนั้นเบามาก จึงทำให้อำนาจความร้อนที่เกิดการเบี่ยงเบนได้ง่าย สามารถเบี่ยงเบนในสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กได้ และมีความเร็วสูงมาก คือ มากกว่าครึ่งของความเร็วแสง (แสงมีความเร็วประมาณ 300,000 กิโลเมตรต่อวินาที) มีอำนาจในการทะลุทะลวงมากกว่ารังสีแอลฟา แต่น้อยกว่ารังสีแกมมา

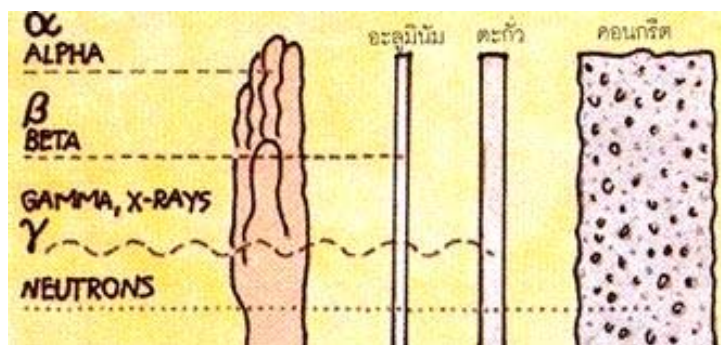
รังสีแกมมา เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ γ เกิดจากการที่นิวเคลียสที่อยู่ในสถานะกระตุ้นกลับคืนสู่สถานะพื้นฐานโดยการปลดปล่อยรังสีแกมมาออกมา เช่นเดียวกับรังสีเอกซ์แต่มีความยาวคลื่นสั้นกว่าและมีอำนาจในการทะลุทะลวงสูงกว่ารังสีเอกซ์ ไม่มีประจุ

ไฟฟ้าและมวล ไม่เบี่ยงเบนในสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก และเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วแสง ตัวอย่างการสลายตัวที่ให้อำนาจความร้อน เช่น ธาตุโคบอลต์-60 (^{60}Co)



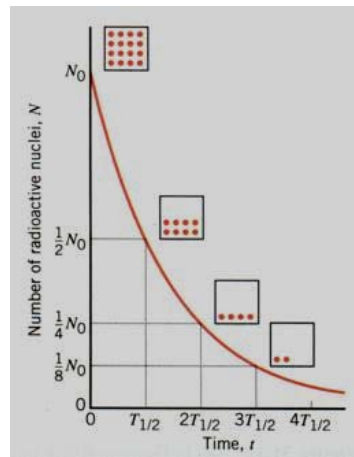
การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งๆ จะแสดงลักษณะที่แตกต่างกันด้วยเวลาของการสลายตัว หรือที่เรียกกันเป็นศัพท์เฉพาะทางว่า ครึ่งชีวิต (Half-Life) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $T_{1/2}$ ซึ่งหมายถึงช่วงเวลาที่ธาตุกัมมันตรังสีหนึ่งๆ จะสลายตัวไปแล้วเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณที่มีอยู่เดิม (N_0)

ธาตุกัมมันตรังสีต่างๆ จะมีครึ่งชีวิตไม่เท่ากัน เช่น คาร์บอน-14 (^{14}C) ใช้เวลามากกว่า 5 พันปี กว่าที่จะสลายตัวไปครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น ส่วนไอโอดีน-131 (^{131}I) มีครึ่งชีวิตประมาณ 8 วัน เป็นต้น



ภาพที่ 4 แสดงการทะลุทะลวงของรังสีชนิดต่างๆ ผ่านฝ่ามือ แผ่นตะกั่ว และคอนกรีต

(ที่มา: http://www.rmutphysics.com/physics/oldfront/102/1/nuclear1/nuclear_23.htm)



ภาพที่ 5 กราฟการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี

(ที่มา : http://www.rmutphysics.com/physics/oldfront/102/1/nuclear1/nuclear_23.htm)

ผลของการได้รับรังสี

ตามปกติมนุษย์จะได้รับรังสีจากแหล่งต่างๆ อยู่แล้วรอบๆ ตัว หรือจากอาหารที่บริโภค ซึ่งปริมาณที่ได้รับจะแตกต่างกันไปสรุปได้ในตารางที่ 1 และเนื่องจากรังสีเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่ง ดังนั้นเมื่อกระทบต่อวัสดุต่างๆ และต่อสิ่งมีชีวิตก็ย่อมก่อให้เกิดผลกระทบขึ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ชนิดของรังสี ระดับพลังงานปริมาณรังสีและชนิดของอวัยวะที่รังสีตกกระทบ รังสีชนิดที่ก่อให้เกิดไอออน

จะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตโดยทำให้อะตอมหรือโมเลกุลภายในเซลล์และระบบการทำงานของเซลล์เปลี่ยนแปลงไป และเกิดอาการผิดปกติขึ้นในร่างกาย จากการศึกษาผลกระทบของรังสีจากกรณีที่มีการทิ้งระเบิดปรมาณูสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 และจากกรณีการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับพลังงานนิวเคลียร์ เช่น ในโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ ผลกระทบที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับรังสีในปริมาณที่แตกต่างกัน สรุปไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 1* ปริมาณรังสีที่มนุษย์ได้รับจากแหล่งต่างๆ

แหล่งกำเนิดรังสี	ปริมาณที่ได้รับ
จากธรรมชาติ 0.39 มิลลิซีเวิร์ด	** ต่อปี (รังสีคอสมิก)
พื้นดิน (ยูเรเนียม/ทอเรียม/โพแทสเซียม) 0.46 มิลลิซีเวิร์ด ต่อปี	
ก๊าซเรดอน 1.30 มิลลิซีเวิร์ด ต่อปี	
อาหารและเครื่องดื่ม 0.23 มิลลิซีเวิร์ด ต่อปี	
จากต้นกำเนิดรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น รังสีในทางการแพทย์ 0.30 มิลลิซีเวิร์ด ต่อปี	
รังสีจากฝุ่นกัมมันตรังสี 0.006 มิลลิซีเวิร์ด ต่อปี	
รังสีจากการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ 0.008 มิลลิซีเวิร์ด ต่อปี	
รังสีจากสินค้าอุปโภค 0.0005 มิลลิซีเวิร์ด ต่อปี	
รังสีจากกรณีอื่นๆ 0.001 มิลลิซีเวิร์ด ต่อปี	

**มิลลิซีเวิร์ด (Millisievert: mSv) เป็นหน่วยวัดปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับ

วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน

ปีที่ ๑๗ ฉบับที่ ๒ (พฤษภาคม - สิงหาคม) ๒๕๕๔

ตารางที่ 2* ค่าความเสี่ยงและอันตรายของการได้รับรังสีในปริมาณต่างๆ

ปริมาณที่ได้รับ	ผลกระทบ
10,000 มิลลิซีเวิร์ตในหนึ่งชั่วโมง	ผิวหนังพองบวม ผสมร่วง ก่อให้เกิดความเจ็บป่วยและเสียชีวิตภายใน 2-3 สัปดาห์
6,000 มิลลิซีเวิร์ตในหนึ่งชั่วโมง	อ่อนเพลีย อาเจียน ท้องร่วงภายใน 1-2 ชั่วโมง เม็ดเลือดลดลงอย่างรวดเร็ว ผสมร่วง มีไข้ อักเสบบริเวณปาก และลำคออย่างรุนแรง มีเลือดออก มีโอกาสเสียชีวิตถึง 50% ภายใน 2-6 สัปดาห์
3,000 มิลลิซีเวิร์ตในหนึ่งชั่วโมง	อ่อนเพลีย อาเจียน ท้องเสีย เม็ดเลือดขาวลดลง ผสมร่วง เบื่ออาหาร คิวซิด คอแห้งมีไข้ อาจเสียชีวิตภายใน 3-6 สัปดาห์
1,000 มิลลิซีเวิร์ตในหนึ่งชั่วโมง	อาเจียนแต่ไม่ถึงตายและอนาคตอาจเกิดมะเร็งได้
500 มิลลิซีเวิร์ต/ปี	เม็ดเลือดขาวลดลงเล็กน้อย
50 มิลลิซีเวิร์ต/ปี	เกณฑ์สูงสุดที่อนุญาตให้ผู้ปฏิบัติงานทางรังสีได้รับ
20 มิลลิซีเวิร์ต/ปี	เกณฑ์สำหรับผู้ปฏิบัติงานทางรังสี (เฉลี่ย 5 ปีติดต่อกัน)
13 มิลลิซีเวิร์ต/ปี	เกณฑ์สำหรับคนงานในเมืองเรอูร์เนียม
1 มิลลิซีเวิร์ต/ปี	เกณฑ์สำหรับประชาชนทั่วไป (ไม่รวมที่ได้รับจากการตรวจรักษาด้วยอุปกรณ์ทางการแพทย์)
0.05 มิลลิซีเวิร์ต/ปี	เกณฑ์กำหนดระดับรังสีรอบรั้วโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

*ตารางที่ 1-2 เรียบเรียงจาก: http://www.rmutphysics.com/physics/oldfront/102/1/nuclear1/nuclear_23.htm
และ <http://www.nppdo.go.th/node/131>

ดังนั้นการดำเนินการเพื่อลดระดับรังสีที่ได้รับ สำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับรังสี จะอาศัยกลยุทธ์ 3 อย่างคือ เวลา ระยะทาง และเครื่องกำบังรังสี

เวลา (Time) ใช้เวลาปฏิบัติงานให้สั้นที่สุด ปริมาณรังสีที่ได้รับนั้นขึ้นกับเวลา เช่น ถ้าผู้ปฏิบัติงานอยู่ในห้องที่มีรังสี 2 ชั่วโมง ย่อมได้รับรังสีสูงเป็น 2 เท่า ของผู้ที่เข้าไปอยู่เพียง 1 ชั่วโมง เป็นต้น ดังนั้นวิธีป้องกันประการแรกคือ อย่าเข้าใกล้

สารกัมมันตรังสีหรือบริเวณที่มีรังสีเป็นเวลานาน แต่ถ้าจำเป็นต้องเข้าไปทำงานควรใช้เวลาสั้นที่สุดหรืออาจใช้หุ่นยนต์ที่ถูกสร้างมาปฏิบัติงานแทนมนุษย์

ระยะทาง (Distance) รักษาระยะทางให้ห่างจากต้นกำเนิดรังสีให้มากที่สุด เนื่องจากความเข้มรังสีจะลดลงเป็นอัตราส่วนผกผันกับระยะทางกำลังสอง

เครื่องกำบังรังสี (Shielding) จัดให้มีเครื่องกำบังรังสีให้เหมาะสม รังสีมีหลายชนิดจำเป็นต้องเลือก

เครื่องกำบังรังสีให้เหมาะสม เช่น ถ้าจะกันรังสีปีตาควรรักษาแผ่นไม้ พลาสติก หรือแผ่นอะลูมิเนียม ถ้าจะกันรังสีแกมมา รังสีเอกซ์ ควรรักษาคอนกรีต หรือแผ่นตะกั่ว เป็นต้น

การประยุกต์ใช้สารกัมมันตรังสีและการป้องกันเบื้องต้น

การนำเอาสารกัมมันตรังสีมาใช้ในงานด้านต่างๆ มีจุดเริ่มต้นจากการที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบคุณสมบัติการแผ่พลังงานหรือรังสีในปี พ.ศ.2477 และการใช้สารกัมมันตรังสีไอโอดีน-131 (Iodine-131, ^{131}I) ในการรักษาโรคเมะเร็งต่อมไทรอยด์ (Thyroid cancer) ในปี พ.ศ.2489 ที่เผยแพร่โดยวารสารสมาคมแพทยอเมริกา (American Medical Association) ซึ่งต่อมาได้จัดตั้งเป็นสมาคมเวชศาสตร์นิวเคลียร์ขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ.2497 และการใช้สารกัมมันตรังสีเทคนิคซีเชียม-99 เอ็ม (Tc-99m) ในการสร้างภาพอวัยวะภายในร่างกายในอีก 20 ปีต่อมา และในปี พ.ศ.2523 สามารถตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจได้โดยวิธีการสร้างภาพ 3 มิติด้วยเครื่องมือเฉพาะที่มีชื่อย่อว่า SPECT หรือ Single Photon Emission Computed Tomography ที่ต่อมาได้พัฒนาเป็นเครื่องสแกนที่มีชื่อย่อว่า PET-Scan หรือ Positron Emission Tomography Scanner และได้มีการรวมกันระหว่างเครื่อง PET-Scan กับเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (Computed Tomography, CT) เป็นเครื่อง PET/CT-Imaging ในปี พ.ศ.2541 การประยุกต์ใช้สารกัมมันตรังสี ที่ควรกล่าวถึง มีดังต่อไปนี้

ซีเชียม-137 (Cesium-137 , ^{137}Cs)

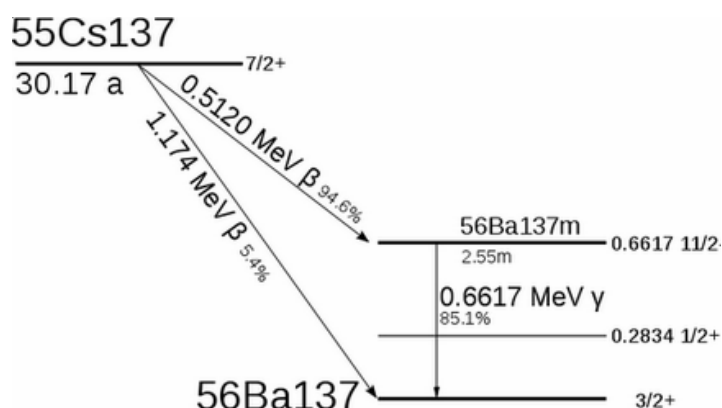
ซีเชียม-137 (^{137}Cs) เป็นไอโซโทปกัมมันตรังสีของธาตุซีเชียม (Cesium) ที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน (Nuclear Fission) มีครึ่งชีวิต 30.17 ปี ร้อยละ 94.6 ของไอโซโทปนี้จะสลายตัวโดยการปลดปล่อยรังสี (อนุภาค) บีตา พลังงาน 0.512 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์ (MeV) กลายเป็นธาตุกึ่งเสถียรแบบเรียม-137m ($^{137\text{m}}\text{Ba}$) ส่วนอีกร้อยละ 5.4 สลาย

ตัวไปเป็นไอโซโทปที่มีความเสถียรโดยตรงคือแบบเรียม-137

แบบเรียม-137m มีครึ่งชีวิต 2.55 นาที จะสลายตัวให้รังสีแกมมา พลังงาน 0.6617 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์ (MeV) ตามลำดับ ดังภาพที่ 6 รังสีที่ได้ใช้ประโยชน์ในถนอมอาหารด้วยการอบหรือฉายรังสีและการรักษาโรคด้วยรังสีหรือรังสีรักษา (Radiotherapy) สำหรับผู้ป่วยโรคมะเร็ง

การเกิดอุบัติเหตุทางนิวเคลียร์ จะมีไอโซโทปกัมมันตรังสีซีเชียม-134 และซีเชียม-137 ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม และในเดือนเมษายน พ.ศ.2554 ที่ผ่านมา (1 เดือน หลังจากการเกิดแผ่นดินไหวที่ประเทศญี่ปุ่น) มีการพบไอโซโทปกัมมันตรังสีเหล่านี้ในฝุ่นควัน (Plume) ที่รั่วไหลออกมาจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ฟูกูชิมะประเทศญี่ปุ่น ปนเปื้อนในน้ำประปาบริเวณเขตเมืองโตเกียวซึ่งอยู่ห่างจากโรงงานมากกว่า 200 กิโลเมตร เพราะว่าสารซีเชียมสามารถทำปฏิกิริยากับน้ำและกลายเป็นซีเชียมไฮดรอกไซด์ (Cesium hydroxide) ซึ่งเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำได้

ซีเชียมมีคุณสมบัติในทางชีววิทยาคลายกับโปแตสเซียม (Potassium, K) และรูบิเดียม (Rubidium, Rb) เมื่อเข้าสู่ร่างกายซีเชียมจะกระจายไปทั่วโดยมีความเข้มข้นสูงที่กล้ามเนื้อและกระดูก ถ้าได้รับซีเชียม-137 เข้าไปในร่างกาย ควรรับประทานปรัสเซียนบลู (Prussian blue) ชนิดแคปซูล ซึ่งจะไปทำปฏิกิริยาเคมีกับซีเชียมทำให้ขับออกจากร่างกายได้เร็วขึ้น



ภาพที่ 6 รังสีบีตาและรังสีแกมมาจากการสลายตัวของซีเซียม-137

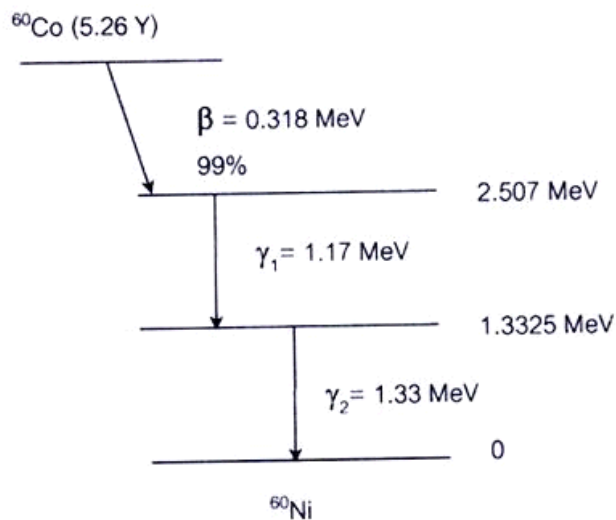


ภาพที่ 7 ปรีสเขียนบลูชนิดแคปซูล ชื่อ RADIOGARDASE®
(ที่มา <http://www.nst.or.th/article/articles54/article54-004.html>)

โคบอลต์-60 ($\text{Cobalt-60}, ^{60}\text{Co}$)

ธาตุโคบอลต์กัมมันตรังสี หรือโคบอลต์-60 มีครึ่งชีวิต 5.26 ปี จะสลายตัวไปเป็นนิกเกิล-60 (^{60}Ni) โดยการปลดปล่อยรังสี (อนุภาค) บีตา พลังงาน 0.318

ล้านอิเล็กตรอนโวลต์ (MeV) รังสีแกมมาพลังงาน 1.17 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์ (MeV) และ 1.33 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์ (MeV) ตามลำดับ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 รังสีบีตาและรังสีแกมมาจากการสลายตัวของโคบอลต์-60

รังสีแกมมาจากโคบอลต์-60 นำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยโดยศูนย์ฉายรังสีอาหารและผลิตผลการเกษตร (Thai Irradiation Center, TIC) สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ หรือ สทท. (องค์การมหาชน) เปิดบริการฉายรังสีแก่ผู้ผลิตและจำหน่ายอาหารและผลิตผลทางการเกษตร เช่น ยืดอายุการเก็บรักษาโดยชะลอการเน่าเสียของผลไม้ เช่น สตรอเบอรี่ แอปเปิ้ล พีช และแพร์ หรือในผักหลายชนิด เช่น แครอท ขึ้นฉ่าย ดอกกะหล่ำ และหอมหัวใหญ่ รวมทั้งยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์และอาหารทะเล เช่น เนื้อหมู เนื้อไก่สด ปลาทูน่า กุ้งและปลาหมึกสด เป็นต้น ชะลอการสุกของผลไม้ เช่น มะม่วงหิมพานต์ กล้วยหอมทอง รวมทั้งกำจัดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค เช่น เชื้อซัลโมเนลลาที่ทำให้เกิดโรคท้องร่วง ใน

ผลิตภัณฑ์แฮม ไช้สด และกะปิ เป็นต้น โดยสถาบันฯ ได้รับการรับรองให้ฉายรังสีผลไม้ส่งออกหลายชนิด เช่น ลำไย มังคุด มะม่วง เงาะ และสับปะรด ที่จะส่งออกไปยังสหรัฐอเมริกา และเครื่องเทศที่จะส่งออกไปในประเทศต่างๆ ในเครือสหภาพยุโรป (Europe Union, EU) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 เป็นต้นมา และตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง อาหารฉายรังสี ลงวันที่ 14 กันยายน 2553 กำหนดให้มีการแสดงฉลากของอาหารฉายรังสี ซึ่งประกอบด้วย ชื่อที่ตั้งของผู้ผลิตอาหารและผู้ฉายรังสี ข้อความว่า “ผ่านการฉายรังสีแล้ว” หรือข้อความในทำนองเดียวกัน เช่น มันทิ้งผ่านฉายรังสี หรือมันฝรั่งผ่านการฉายรังสีแล้ว เป็นต้น ระบุวัตถุประสงค์ของการฉายรังสี “เพื่อ.....” เครื่องหมายการฉายรังสี และวัน เดือนและปีที่ฉายรังสี ดังตัวอย่างในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ตัวอย่าง ฉลากของอาหารที่ฉายรังสี

(ที่มา: www.tint.or.th/application/apply-ferment-pork.html)

เครื่องโคบอลต์ 60 ที่ใช้สารกัมมันตรังสี โคบอลต์-60 เป็นต้นกำเนิดรังสีแกมมาถูกใช้ในการรักษามะเร็งผู้ป่วยที่อยู่ลึกใต้ผิวหนัง นิยมใช้สำหรับรักษาบริเวณศีรษะและลำคอ ช่องอก หรืออวัยวะที่มีความหนาไม่มาก ซึ่งเครื่องกำบังรังสียังคงใช้กันอยู่ทั่วไปตามลักษณะของรอยโรค เพื่อป้องกันเนื้อดีที่อยู่รอบรอยโรคไม่ให้โดนรังสีเกินที่กำหนด และปัจจุบันเครื่องฉายรังสีแกมมามีการพัฒนาเป็น เครื่องแกมมาไนฟ์ (Gamma knife) ที่ประกอบด้วยรังสีจากต้นกำเนิดรังสีโคบอลต์-60 จำนวน 201 ลำแสง ทำให้การฉายรังสีไปยังเซลล์มะเร็งได้ตรงจุด และใช้เวลาในการรักษาน้อยลง โดยเฉพาะผู้ป่วยที่มี

การกระจายของเซลล์มะเร็งไปยังสมอง หรือ เซลล์มะเร็งในสมองที่มีขนาด 1 มิลลิเมตร ถึง 3 เซนติเมตร (แกมมาไนฟ์มีชื่อเป็นภาษาไทยว่า การผ่าตัดด้วยรังสีศัลยกรรม) การรักษาโรคทางสมองด้วยรังสีศัลยกรรมหรือการทำแกมมาไนฟ์ นอกจากใช้รักษาโรคมะเร็งบริเวณศีรษะและลำคอแล้วยังใช้รักษาโรคเนื้องอกในสมอง โรคเส้นสันนิบาตหรือโรค พาร์กินสัน (Parkinson's disease) รวมทั้งการผ่าตัดเส้นเลือดขดในสมอง เป็นต้น (ดูวิดีโอคลิปเรื่องแกมมาไนฟ์ในรายการกระจกหกด้านได้ที่ <http://video.dmc.tv/media/6d/511124.wmv.html>)



ภาพที่ 10 เครื่องแกมมาไนฟ์ (Gamma knife) เป็นเครื่องฉายรังสีแกมมาจากโคบอลต์-60 จำนวน 201 ลำแสง

(ที่มา : <http://www.stou.ac.th/study/sumrit/3-54/page1-3-54.html>)

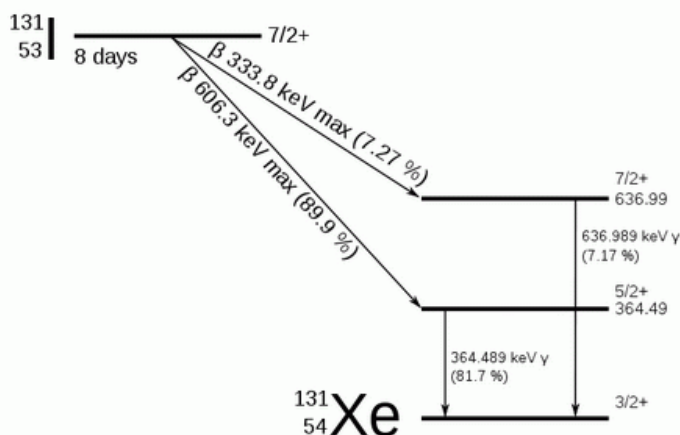
ไอโอดีน-131 (Iodine-131 , ^{131}I)

ไอโอดีน-131 (^{131}I) เป็นไอโซโทปกัมมันตรังสี มีครึ่งชีวิตประมาณ 8 วัน ไอโอดีน-131 เป็นไอโซโทปกัมมันตรังสีที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันในเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ เนื่องจากเป็นไอโซโทปที่มีผลต่อสุขภาพเมื่อแพร่ไปในอากาศ เช่น อุบัติเหตุที่โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ เชอร์โนบีล ประเทศรัสเซีย ในอดีตรวมทั้งอุบัติเหตุจากเหตุแผ่นดินไหวที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะของญี่ปุ่น ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554 ที่ผ่านมา

การสลายตัวของไอโอดีน-131 ส่วนใหญ่ร้อยละ 89.9% จะให้รังสีบีตาพลังงาน 606.3 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ (keV) และรังสีแกมมาบางส่วนอีกร้อยละ 7.27 เป็นรังสีบีตาพลังงาน 333.8 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ (keV) ดังภาพที่ 11 อนุภาคหรือรังสีบีตาจากการสลายตัวนี้มีพลังงานสูง จึงสามารถเคลื่อนที่เข้าไปเนื้อเยื่อได้ลึกประมาณ 0.6-2 มิลลิเมตร จึงนำไอโอดีน-131 มาใช้ในการตรวจวินิจฉัยโรคและบำบัดรักษาโรคต่อมไทรอยด์ทำงานมากเกินไป (hyperthyroidism) โดยให้คนไข้ดื่มน้ำละลายที่มีไอโอดีน-131 เข้าไป แล้วใช้เครื่องวัดรังสีวางไว้ใกล้กับ

ต่อมไทรอยด์ ถ้าต่อมไทรอยด์ปกติจะสามารถจับไอโอดีนไว้ได้ประมาณร้อยละ 30 ของที่ดื่มเข้าไป โดยร้อยละ 60 จะถูกขับออกไปกับน้ำปัสสาวะ และอีกร้อยละ 10 จะกระจายอยู่ตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย สำหรับรายที่เป็นโรคต่อมไทรอยด์ทำงานมากเกินไปนั้นต่อมไทรอยด์จะดูดจับไอโอดีนไว้ได้ถึงประมาณร้อยละ 70 ถ้าตรวจพบว่าเป็นมะเร็งแพทย์ก็จะทำการรักษาโดยใช้ไอโอดีน-131 ในปริมาณที่มากกว่าเมื่อตอนวินิจฉัยโรค ไอโอดีน-131 จะให้รังสีหลายชนิดรวมทั้งรังสีบีตาด้วยที่สามารถทำลายเนื้อเยื่อต่อมไทรอยด์ทั้งส่วนที่เป็นมะเร็งและส่วนที่ปกติ แต่เนื่องจากเนื้อเยื่อที่เป็นมะเร็งจะดูดจับไอโอดีน-131 ไว้ได้ด้วยปริมาณที่สูงกว่าเนื้อเยื่อปกติ เซลล์มะเร็งจึงถูกทำลายไป

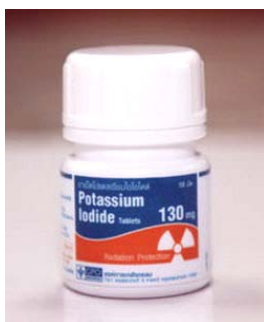
ถ้าไอโอดีน-131 ในสิ่งแวดล้อมมีระดับสูงขึ้น เช่น จากการรั่วไหลที่เกิดจากอุบัติเหตุในประเทศญี่ปุ่น ไอโอดีนนี้จะถูกดูดซึมและปนเปื้อนในอาหารและเมื่อร่างกายได้รับก็จะไปสะสมที่ต่อมไทรอยด์ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อต่อมไทรอยด์ได้ถ้าระดับของไอโอดีน-131 มีปริมาณสูง รังสีบีตาจากการสลายตัวของไอโอดีน-131 อาจทำให้เกิดมะเร็งของต่อมไทรอยด์ในภายหลัง หรืออาจทำให้มีอาการไทรอยด์เป็นพิษ (thyroiditis) ได้



ภาพที่ 11 รังสีบีตาจากการสลายตัวของไอโอดีน-131

ความเสี่ยงจากการได้รับรังสีปีตาจาก ไอโอดีน-131 สามารถลดลงได้โดยการรับไอโอดีน ปกติเข้าไปก่อน เพื่อเพิ่มปริมาณรวมของไอโอดีนใน ร่างกาย เป็นการลดการรับเข้าและปิดกั้นไอโอดีนกัมมันตรังสี อุบัติภัยจากแผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิที่โรงไฟฟ้า พลังงานนิวเคลียร์ฟูกูชิม่า ประเทศญี่ปุ่น ดังกล่าว ทำให้ ระดับไอโอดีน-131 ปนเปื้อนในอาหารมีค่าสูงขึ้นอย่าง มีนัยสำคัญทั้งในพืชผลทางการเกษตรและในน้ำประปา ระดับรังสีที่สูงขึ้นนี้ตรวจวัดได้ทั้งในบริเวณใกล้เคียงกับ โรงไฟฟ้าและในบริเวณที่ห่างไกลออกไปกว่า 200 กิโลเมตร เช่น กรุงโตเกียว เป็นต้น

วิธีการป้องกันการได้รับสารกัมมันตรังสี ไอโอดีน-131 ทำได้ด้วยการทำให้ปริมาณไอโอดีนใน ร่างกายอิ่มตัวโดยการรับประทานไอโอดีน-127 ซึ่งเป็น สารปกติไม่ใช่สารกัมมันตรังสีในรูปของเกลือไอโอดีน กล่าวคือให้รับประทานโปแตสเซียมไอโอไดด์ (potassium iodide) แต่ให้เฉพาะในผู้ที่มีความเสี่ยง ประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้เตี๋ยงหรือพนักงานที่ต้องเข้าไป ปฏิบัติงานในบริเวณที่เกิดการรั่วไหลของสารกัมมันตรังสีนี้ เมื่อต่อมไทรอยด์อิ่มตัวด้วยไอโอดีนปกติแล้วจะดูดกลืน ไอโอดีน-131 ได้น้อยมาก จึงเป็นการหลีกเลี่ยงการ เกิดอันตรายจากการได้รับไอโอดีนกัมมันตรังสี



ภาพที่ 12 ไอโอดีน-127 ในรูปของเกลือโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) ขององค์การเภสัชกรรม

สรุป

มนุษย์ใช้ประโยชน์จากสารกัมมันตรังสีได้ ก็เพราะอาศัยการศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ พื้นฐานที่สะสมองค์ความรู้มานานกว่า 300 ปีที่ผ่านมา ทั้งในเรื่องฟิสิกส์ เคมี วิศวกรรมและการแพทย์ ทั้งนี้ตั้งแต่ความรู้เรื่ององค์ประกอบของธาตุและ อนุภาคพื้นฐานภายในอะตอม ไอโซโทปธรรมดาและ ไอโซโทปกัมมันตรังสีที่แผ่พลังงานออกมาในรูปของ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือในรูปของกระแสอนุภาค ที่เคลื่อนที่เร็ว ซึ่งปัจจุบันนำมาประยุกต์ใช้ได้ ใน อุตสาหกรรมอาหาร และการตรวจวินิจฉัยและรักษาโรค

ด้วยรังสี แต่ถ้าขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องอาจ ก่อให้เกิดความตระหนกตกใจได้ หากเกิดเหตุการณ์ ฉุกเฉินขึ้น หรืออาศัยอยู่ในบริเวณที่เกิดการรั่วไหลของ สารกัมมันตรังสี ซึ่งภาครัฐควรเผยแพร่ความรู้พื้นฐาน ที่จำเป็นต่อประชาชนเพื่อลดปัญหาต่างๆ ดังที่เกิดขึ้น แล้ว ทั้งการซื้อกากตุนยาเม็ดไอโอดีนหรือยาทาแผล ทิงเจอร์ไอโอดีนดังที่ผ่านมา รวมทั้งเพื่อให้ประชาชนรู้ วิธีการป้องกันหรือแก้ไขสถานการณ์ได้อย่างทันท่วงทีใน อนาคตหากเกิดเหตุการณ์ทำนองเดียวกันขึ้นใน ประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

- ดิตถพงษ์ บุญอำพล. (2550). **แกมมาในพันวัตกรรมการรักษาโรคมะเร็ง**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.stou.ac.th/study/sumrit/3-54/page1-3-54.html>.
(วันที่ค้นข้อมูล 26 กรกฎาคม 2554).
- นิวเคลียร์แห่งประเทศไทย, สมาคม. (ม.ป.ป.). **ไอโอดีน-131 (Iodine-131)**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.nst.or.th/article/article54/article54-005.html>.
(วันที่ค้นข้อมูล 26 กรกฎาคม 2554).
- นิวเคลียร์แห่งประเทศไทย, สมาคม. (ม.ป.ป.). **ซีเซียม-137 (Cesium-137)**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.nst.or.th/article/article54/article54-004.html>.
(วันที่ค้นข้อมูล 26 กรกฎาคม 2554).
- พัฒนาโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์, สำนักงาน กระทรวงพลังงาน. (2552). **โคบอลต์-60**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.nppdo.go.th/node/131>.
(วันที่ค้นข้อมูล 26 กรกฎาคม 2554).
- พัฒนาโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์, สำนักงาน กระทรวงพลังงาน. (2552). **อันตรายจากรังสีและการป้องกัน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.nppdo.go.th/node/125>.
(วันที่ค้นข้อมูล 8 กรกฎาคม 2554).
- เทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ, สถาบัน. (ม.ป.ป.). **อาหารฉายรังสี**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.tint.or.th/tic/HOME.htm> (วันที่ค้นข้อมูล 26 กรกฎาคม 2554).
- เทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ, สถาบัน. (ม.ป.ป.). **เวชศาสตร์นิวเคลียร์**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www2.tint.or.th/index.php?option=com_content&view=article&id=530&Itemid=858&lang=th.
(วันที่ค้นข้อมูล 22 กรกฎาคม 2554).
- รังสีรักษาและมะเร็งวิทยา, สาขาวิชา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (ม.ป.ป.). **โคบอลต์ 60**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.chulacancer.net/newpage/machines/cobalt-60.html>. (วันที่ค้นข้อมูล 28 กรกฎาคม 2554).
- วิเชียร รัตนธงชัย. (ม.ป.ป.). **ไอโซโทปเสถียรทางธรรมชาติเคมี**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.tint.or.th/nkc/nkc51/nkc5101/nkc5101t.html>.
(วันที่ค้นข้อมูล 8 กรกฎาคม 2554).
- Google Crisis Response, A google.org project. (2011). **Japan Earthquake 2011**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.google.com/crisisresponse/japanquake2011.html>.
(วันที่ค้นข้อมูล 8 กรกฎาคม 2554).

