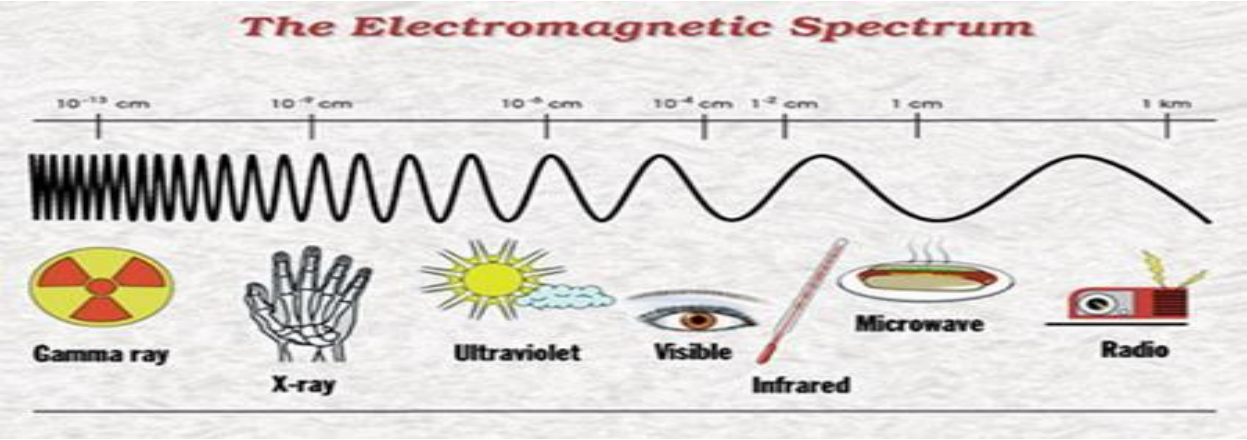
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า-รังสีชนิดก่อไอออน

เรียบเรียงโดย ดร.กรรณิกา แท่นคำ
นักวิชาการแรงงานปฏิบัติการ
สำนักความปลอดภัยแรงงาน

1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คือ อะไร?

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) เป็นคลื่นที่เกิดจากการทำให้สนามไฟฟ้าหรือสนามแม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลง เมื่อสนามไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็ก หรือในทางกลับกัน ถ้าสนามแม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงก็จะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึง เป็นพลังงานที่ประกอบด้วยทั้งสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กซึ่งมีความสามารถในการถ่ายเทพลังงานจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลาง นั่นคือ สามารถถ่ายเทพลังงานผ่านอากาศได้



ภาพที่ 1 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประเภทต่างๆ แบ่งตามความยาวคลื่น
(เครดิตภาพจาก http://mail.colonial.net/~hkaiter/electromagspectrum.html)

ในชีวิตประจำวันของเรา เกี่ยวข้องกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก เช่น คลื่นเสียง คลื่นอัตราซาวด์ คลื่น AM/FM ไมโครเวฟ แสงสว่าง ทางด้านการสื่อสารโทรคมนาคม และทางการแพทย์ เป็นต้น

2. **รังสี** หมายความว่า พลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรืออนุภาครังสีใดๆ ที่สามารถก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนได้ทั้งโดยทางตรงหรือโดยทางอ้อมในตัวกลางที่ผ่านไป เช่น รังสีแอลฟา รังสีบีตา รังสีแกมมา รังสีเอกซ์ อนุภาคนิวตรอน อิเล็กตรอนที่มีความเร็วสูง โปรตอนที่มีความเร็วสูง เป็นต้น

3. ชนิดของรังสี

3.1 รังสีชนิดก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออน (Ionizing Radiation)

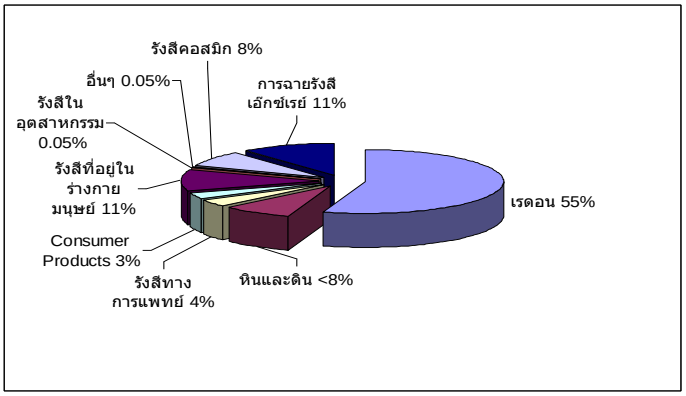
3.1.1 อนุภาค (Particle) ได้แก่ รังสีแอลฟา รังสีเบตา โปรตอน นิวตรอน

3.1.2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) ได้แก่ รังสีแกมมา รังสีเอ็กซ์

3.2 รังสีชนิดไม่ก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออน (Non-Ionizing Radiation) ได้แก่ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น ไมโครเวฟ อินฟาเรด คลื่นวิทยุ แสงแดด อุลตราไวโอเลต เป็นต้น

ในที่นี้ จะกล่าวถึงส่วนของรังสีชนิดก่อไอออนก่อน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าดังภาพด้านบน และในโอกาสต่อไป จะพูดถึงอันตรายจากคลื่นไมโครเวฟ วิทยุสื่อสาร เป็นต้น

4. การสัมผัสรังสีจากสิ่งแวดล้อม

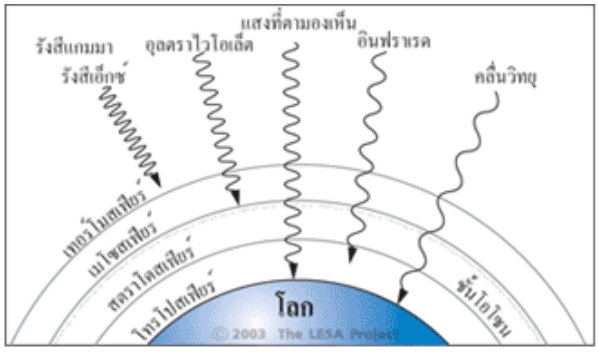


ภาพที่ 2 แหล่งการสัมผัสรังสีของมนุษย์

5. แหล่งกำเนิดรังสี มีทั้งแหล่งตามธรรมชาติและแหล่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่

5.1 แหล่งธรรมชาติ (82%)

5.1.1 รังสีคอสมิก มีแหล่งกำเนิดจากดวงอาทิตย์หรืออวกาศภายนอกโลก คนที่อาศัยบนพื้นที่สูง ผู้โดยสารเครื่องบิน และนักบิน มีโอกาสได้รับรังสีคอสมิกมากขึ้น



ภาพที่ 3 การกรองรังสีโดยชั้นบรรยากาศโลก

(เครดิตภาพจาก http://banraklok.krubpom.com/other_image/Global_Warming.jpg)

5.1.2 แหล่งจากพื้นดินเป็นสารกัมมันตรังสีที่มีครึ่งชีวิตยาวมาก เช่น โปแตสเซียม-40 ทอเรียม-232

5.1.3 วัสดุก่อสร้างมีสารกัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติทำให้ผู้อยู่อาศัยได้รับรังสี เช่น เรเดียม-226 ทำให้เกิดก๊าซเรดอน-222 และให้อนุภาคแอลฟา

5.1.4 น้ำแร่ ในน้ำแร่อาจมีเรเดียมและธาตุกัมมันตรังสีอื่นๆ จากการสลายตัวของเรเดียม

5.1.5 ในร่างกายมนุษย์ มนุษย์ประกอบขึ้นด้วยสารอินทรีย์ ได้แก่ ไฮโดรเจน คาร์บอน ไนโตรเจน และออกซิเจน มนุษย์มีสารไอโซโทปกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในร่างกายตามธรรมชาติ ได้แก่ ไฮโดรเจน-3 (ตริเทียม) คาร์บอน-14 โพแทสเซียม-40 ทอเรียม-232 ยูเรเนียม-238 ที่สลายตัวให้รังสีอัลฟา เบตา และแกมมาออกมา สามารถวัดได้ตลอดเวลา

5.2 แหล่งที่มนุษย์สร้างขึ้น (18%)

5.2.1 แหล่งกำเนิดรังสีที่ใช้ในทางการแพทย์ ได้แก่ รังสีเอ๊กซ์ ในการทำแมมโมกราฟฟี่ ตรวจวัดความหนาแน่นของกระดูก รังสีเบตารักษามะเร็งที่ต่อมไทรอยด์ กระดูก และต่อมลูกหมาก

5.2.2 แหล่งกำเนิดรังสีที่ใช้ในทางอุตสาหกรรม

5.2.2.1 รังสีแกมมา เช่น วัดความหนาแน่นของน้ำปูนกับเส้นใยหิน วัดและควบคุมความหนาของแผ่นเหล็ก วัดความหนาแน่นของเนื้อยางรถยนต์ ตรวจสอบรอยเชื่อมโลหะในโรงงานทำท่อและปิโตรเคมี อุตสาหกรรมการปลอดเชื้อโรคในผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ ได้แก่ เวชภัณฑ์ เภสัชภัณฑ์ อุตสาหกรรมฉายรังสีอาหาร ศูนย์ฉายรังสีอาหารต้นแบบขึ้นอยู่กับสำนักพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ สามารถให้บริการฉายรังสีอาหารและผลิตผลการเกษตรที่สำคัญ ได้แก่ เครื่องเทศ สมุนไพร กุ้งแช่แข็ง เป็นต้น

5.2.2.2 รังสีเบตา เช่น วัดและควบคุมน้ำหนักของกระดาษ

5.2.2.3 รังสีนิวตรอน เช่น สำรวจแหล่งน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ

5.2.2.4 รังสีเอ๊กซ์ เช่น วัดปริมาณตะกั่วและกำมะถัน ตรวจตู้สินค้าที่ด่านศุลกากร

5.2.2 ระเบิดนิวเคลียร์

5.2.3 เครื่องใช้และอุปกรณ์ต่างๆ เช่น หน้าปัดนาฬิกาแบบดิจิตอล สายล่อฟ้า และอุปกรณ์ตรวจจับควัน (Ionizing chamber smoke detector) ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดรังสี เช่น อเมริเซียม-241 นิเกิล-63

เนื่องจากมีแหล่งกำเนิดรังสีตามธรรมชาติที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ดังนั้น แต่ละปีมนุษย์จึงได้รับรังสีโดยเฉลี่ย 2.4 มิลลิซีเวิร์ต โดยได้รับจากอาคารบ้านเรือน 1.2 มิลลิซีเวิร์ต จากพื้นดิน 0.4 มิลลิซีเวิร์ต และจากรังสีคอสมิกและดวงอาทิตย์ 0.3 มิลลิซีเวิร์ต นอกจากนี้ ยังได้รับรังสีจากแหล่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ อาหารและ

เครื่องดื่ม 0.2 มิลลิซีเวิร์ต การได้รับรังสีเอ็กซ์เรย์ทางการแพทย์ 0.1 มิลลิซีเวิร์ต และแหล่งอื่นๆ เช่น ฝุ่นกัมมันตรังสีที่ฟุ้งมาจากการทดลองระเบิดนิวเคลียร์

6. ผลของรังสีต่อสิ่งมีชีวิต

6.1 ผลที่ปรากฏชัดเจน (Deterministic Effect) เป็นการได้รับรังสีปริมาณมาก ทำให้เซลล์ตาย อวัยวะทำหน้าที่ไม่ได้ เช่น รอยไหม้บริเวณที่รับรังสี ต้อกระจก

6.2 ผลที่ปรากฏไม่ชัดเจน (Stochastic Effect) เป็นการได้รับรังสีแบบสุ่ม ปริมาณรังสีน้อย อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อเซลล์ โดยทำให้เซลล์แบ่งตัวผิดปกติทำให้เกิดโรค เช่น มะเร็ง

7. การตรวจวัดรังสี

7.1 การวัดรังสีภายนอกร่างกาย เช่น ตรวจวัดการปนเปื้อนรังสี ด้วยเครื่อง Geiger Muller Detector, Proportional counter เป็นต้น

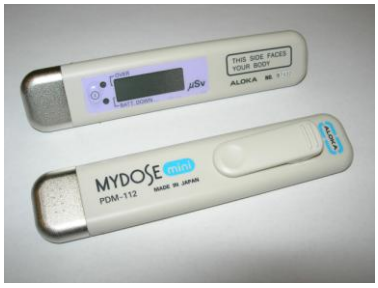
ภาพที่ 4 เครื่อง Geiger Muller Detector

(เครดิตภาพจาก http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/20/Geigerz%C3%A4hler2.jpg/200px-Geigerz%C3%A4hler2.jpg)

7.2 เครื่องมือวัดระดับรังสีประจำตัวบุคคล เช่น ฟิล์มแบดจ์ (Film Badge), Thermoluminescence Dosimetry (TLD), pocket dosimeter เป็นต้น

Film badge

TLD



Pocket dosimeter

ภาพที่ 5 เครื่องมือวัดระดับรังสีประจำตัวบุคคล

(เครดิตภาพจาก http://www.nanobox.endoftheinternet.org/Download/files/Dosimeter/film_badge.jpg)

7.3 การวัดรังสีภายในร่างกาย

7.4 วัดระดับรังสีทั้งร่างกาย (whole body counter)

7.5 วัดระดับรังสีจากอุจจาระ ปัสสาวะ

8. **การป้องกันอันตรายจากรังสีสำหรับผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสี**

การได้รับรังสีของผู้ปฏิบัติงานต้องเป็นไปตามหลัก ALARA (As Low As Reasonably Achievable) นั่นคือ ได้รับรังสีปริมาณน้อยที่สุดและสามารถทำให้งานนั้นประสบผลสำเร็จ

8.1 การควบคุมวัสดุรังสี จัดให้มีวัสดุกำบัง อุปกรณ์ล็อค สัญญาณเตือน เป็นต้น

แบบเก่า

แบบใหม่

ภาพที่ 6 สัญญลักษณ์อันตรายจากรังสี

สัญลักษณ์ใหม่นี้ทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency หรือ IAEA) และองค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (International Organization for Standardization หรือ ISO) นำออกใช้เมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2550

8.2 การบริหารจัดการ จัดทำคู่มือปฏิบัติงาน อบรม วัดปริมาณรังสีประจำตัวบุคคล จัดอุปกรณ์และเสื้อผ้าป้องกันรังสี กำหนดพื้นที่ควบคุม แผนฉุกเฉิน เป็นต้น มาตรการการป้องกันรังสีส่วนบุคคล (แหล่งรังสีภายนอกร่างกาย) ได้แก่ เวลาโดยใช้เวลาในการทำงานให้น้อยที่สุด ระยะทางโดยแบ่งแยกบริเวณที่มีรังสีออกจากบริเวณทำงานส่วนอื่นๆ และจัดอุปกรณ์กำบังรังสีให้เหมาะสมกับประเภทของรังสี

9. **กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับรังสี**

9.1 พรบ.พลังงงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ.2504 และ พรบ.พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2508

9.2 กฎกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ.2550

9.3 พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535

9.4 กฎกระทรวงแรงงาน กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับรังสีชนิดก่อไอออน พ.ศ.2547

10. **มาตรฐานการสัมผัสรังสี** ผู้รับใบอนุญาตมีกัมมันตรังสีในครอบครอง ต้องระวังไม่ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้รับรังสีเกินปริมาณที่กำหนด ดังต่อไปนี้

10.1 ผู้ปฏิบัติงาน

20 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี โดยเฉลี่ยในห้าปีติดต่อกัน

150 มิลลิเซีเวิร์ตต่อปี สำหรับเลนส์ของดวงตา

500 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี สำหรับส่วนที่เป็นผิวหนัง มือ และเท้า

หญิงมีครรภ์รับรังสีตลอดระยะเวลาตั้งครรภ์ไม่เกิน 1 มิลลิซีเวิร์ต

10.2 ประชาชนทั่วไป

1 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี โดยเฉลี่ยในห้าปีติดต่อกัน

15 มิลลิเซีเวิร์ตต่อปี สำหรับเลนส์ของดวงตา

50 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี สำหรับส่วนที่เป็นผิวหนัง มือ และเท้า

11. กากกัมมันตรังสี

หมายถึง วัสดุในรูปของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซที่เป็นวัสดุกัมมันตรังสี ที่มีค่ากัมมันตภาพต่อปริมาณหรือกัมมันตภาพรวมสูงกว่าเกณฑ์ปลอดภัยที่กำหนดโดยคณะกรรมการ และผู้ครอบครองวัสดุนั้นไม่ประสงค์จะใช้งานอีกต่อไป และให้หมายความถึงวัสดุอื่นใดที่คณะกรรมการกำหนดให้เป็นกากกัมมันตรังสี ทั้งนี้ วิธีการทางเคมี-ฟิสิกส์สามัญ ไม่สามารถทำลายสภาพกัมมันตรังสีได้ กระบวนการสลายตัวตามธรรมชาติของสารกัมมันตรังสีเท่านั้นที่จะทำให้กัมมันตรังสีลดลงได้ (Half-life)

11.1 หน่วยงานผู้ใช้กัมมันตรังสีมีหน้าที่คัดแยก เก็บรวบรวม จัดสถานที่เก็บกากฯ ชั่วคราว และจัดการกากฯ ที่เกิดขึ้นในหน่วยงานของตน หรือ

11.2 นำส่งกากฯ ไปยังศูนย์จัดการกากกัมมันตรังสี (ศจ.) สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (สนท.) โดยกรอกข้อมูลกากใน “แบบขอรับบริการจัดการกากกัมมันตรังสี” ให้ครบถ้วนและยื่นแบบที่ ศจ.

บรรณานุกรม

1. Fundamental of Industrial Hygiene, 5th Ed., *National Safety Council Publication.* 2002, 1088 pages.
2. Ionizing Radiation: TLV Physical Agents 7th Edition *Documentation.* ACGIH. 2010, 4 pages.
3. เอกสาร “การป้องกันอันตรายจากรังสี ระดับ 1” สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เอกสารประกอบการบรรยาย หลักสูตรการป้องกันอันตรายจากรังสี ระดับ1 รุ่นที่ 22 โดย สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) สังกัด กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี