ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับรังสี

Radiation Safety and Health at Work

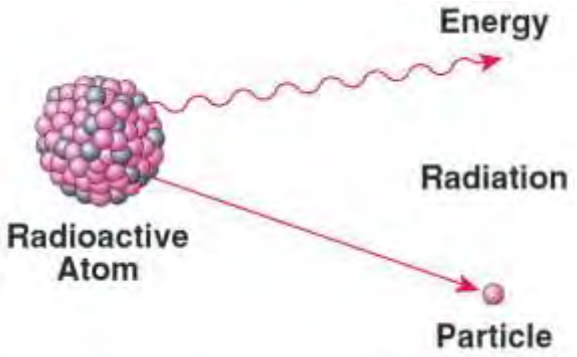
ดร. วิสันติ เลาหอุดมโชค

วท.บ., M.S., Sc.D. (Occupational Health)

Cert. in Radiation Protection

รังสี (Radiation)

- พลังงานในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรืออนุภาคที่มีพลังงานสะสมอยู่ ซึ่งปลดปล่อยออกมาจากต้นกำเนิด ผ่านอากาศหรือตัวกลางใดๆ โดยมีการถ่ายเทพลังงานส่วนหนึ่งให้กับตัวกลางนั้น



- รังสี สามารถแปรรูปได้ ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เป็นต้นกำเนิดพลังงาน

สารกัมมันตรังสี (Radioactive Material)

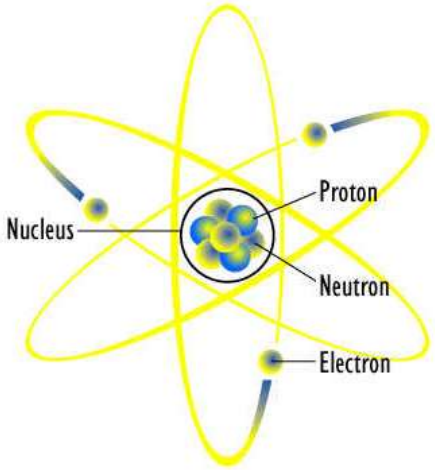
- เป็นสารที่มีองค์ประกอบโครงสร้างปรมาณูที่นิวเคลียสอยู่ในสภาวะไม่เสถียร จะมีการสลายตัวตลอดเวลาเพื่อปรับตัวเองให้ไปสู่สภาวะที่เสถียรกว่า ขณะเดียวกันก็มีการปล่อยพลังงานออกมาในรูปของรังสีชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดพร้อม ๆ กันก็ได้ เรียกสั้น ๆ ว่า “สารรังสี”

กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)

- เป็นการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งๆ เพื่อปรับตัวไปสู่สภาวะที่เสถียร และมีการแผ่รังสีออกมาในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรืออนุภาคต่างๆ หลังจากการสลายตัว จะเปลี่ยนคุณสมบัติไปเป็นสารชนิดอื่น ซึ่งจะมีการแผ่รังสีต่อไปหรือไม่ก็ได้
- คำนี้มักเรียกสั้นๆ ว่า “กัมมันตภาพ” หรือ “ความแรงรังสี”

โครงสร้างทางปรมาณู (Atomic Structure)

- อะตอม (Atom) เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของธาตุหนึ่งๆ ประกอบด้วยนิวเคลียส ซึ่งเป็นส่วนแกนกลาง และอิเล็กตรอน โคจรรอบนิวเคลียส



- นิวเคลียส (Nucleus) ประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนและนิวตรอน ยึดอยู่ด้วยแรงนิวเคลียร์ ถ้ามีแรงกระทำที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในนิวเคลียส จะเกิดเป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ (Nuclear Reaction)

ความหมายของศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

- นิวไคลด์ (Nuclide) หมายถึง อะตอมของธาตุใด ๆ ซึ่งมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันตามเลขมวล เลขอะตอม และระดับพลังงานภายในนิวเคลียส ทั้งนี้ สัญลักษณ์ที่ใช้แทนนิวไคลด์คือ ${}^{A}_{Z}X$ เมื่อ x คือสัญลักษณ์ทางเคมีของธาตุ

- เลขอะตอม (Atomic Number; Z) เป็นตัวเลขที่แสดงจำนวนโปรตอนในนิวเคลียส

- เลขมวล (Mass Number; A) เป็นตัวเลขที่แสดงถึงผลรวมของจำนวนโปรตอนและจำนวนนิวตรอนในนิวเคลียสของอะตอม

ความหมายของศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

- ไอโซโทป (Isotope) หมายถึง นิวเคลียสใดๆ ที่มีจำนวนโปรตอนเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน จะเรียกว่าเป็นไอโซโทปกัน และถ้าไอโซโทปนั้น มีระดับพลังงานอยู่ในสภาวะที่ไม่เสถียร (Excited state) และจะต้องมีการแผ่รังสีออกมา จะเรียกว่าเป็น “ไอโซโทปรังสี” (Radioisotope)

- ต้นกำเนิดรังสี (Radiation Source) หมายถึง วัสดุหรือสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่มีรังสีแผ่ออกสู่บรรยากาศ ไม่ว่าจะเป็นจากสารกัมมันตรังสี หรือเกิดขึ้นโดยวิธีอื่นๆ เช่น โดยเครื่องกำเนิดรังสี

ความหมายของศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

- ต้นกำเนิดรังสีชนิดปิดผนึก (Sealed Source) หมายถึง ต้นกำเนิดรังสีที่ได้มีการปิดผนึก บรรจุหรือห่อหุ้มอย่างถาวรในปลอกหุ้มหรือวัสดุห่อหุ้มที่มิดชิดและแข็งแรงทนทานเพียงพอที่จะป้องกันการรั่วไหล หก หล่นหรือฟุ้งกระจายของสารกัมมันตรังสี

- ต้นกำเนิดรังสีชนิดไม่ปิดผนึก (Unsealed Source) หมายถึง วัสดุกัมมันตรังสี ไม่ว่าจะอยู่ในสถานะใดๆ ที่ไม่ได้มีการบรรจุหรือห่อหุ้มปิดผนึกด้วยโลหะหรือวัสดุป้องกันรังสีอื่นใดอย่างมิดชิดถาวร เพื่อป้องกันการสัมผัสโดยตรง หรือการรั่วไหลของวัสดุกัมมันตรังสีออกสู่ภายนอก

ความหมายของศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

- บริเวณรังสี
  - บริเวณที่มีอัตราปริมาณรังสีเกิน 2.5 ไมโครซีเวิร์ต (μSv) ต่อชั่วโมง แต่ไม่เกิน 25 ไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมง
- บริเวณรังสีสูง
  - บริเวณที่มีอัตราปริมาณรังสีเกิน 25 ไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมงขึ้นไป
- พื้นที่ควบคุม
  - บริเวณที่กำหนดเป็นบริเวณรังสีและบริเวณรังสีสูง

ความหมายของศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

- ค่าครึ่งชีวิต (Half Life, $T_{1/2}$) หมายถึง เวลาที่สารรังสีใช้ในการสลายตัวจนมีกัมมันตภาพรังสีเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเริ่มต้น ซึ่งจะมีระยะเวลาต่างกันตามชนิดของสารรังสี

ชนิด ประเภทของรังสี

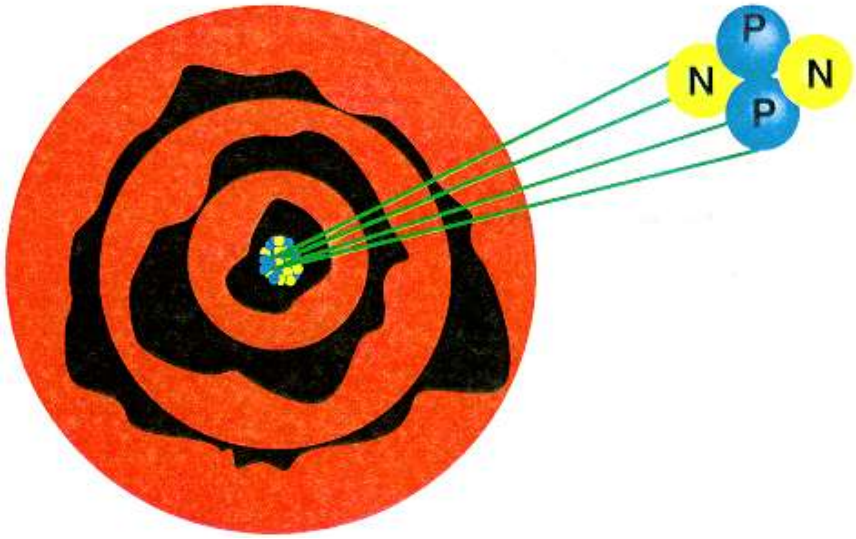
- รังสีชนิดก่อไอออน (Ionizing Radiation)
  - มีความสามารถทำให้อะตอมของสารหรือวัสดุตัวกลางที่รังสีผ่านไป เกิดการแตกตัวเป็นประจุบวก (+) หรือประจุลบ (-) ได้ และมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือคุณสมบัติของสารนั้นๆ
  - มีพลังงานอยู่ในช่วง keV – MeV
  - ได้แก่ รังสีแอลฟา รังสีเบตา รังสีแกมมา รังสีเอกซ์ นิวตรอน
  - รังสีประเภทนี้มีศักยภาพในการก่ออันตรายต่อเซลล์สิ่งมีชีวิตได้สูง

ชนิด ประเภทของรังสี

- รังสีชนิดไม่ก่อไอออน (Non-ionizing Radiation)
  - มีพลังงานต่ำ อยู่ในช่วง 10^{-2} – 10^{2} eV
  - เมื่อปะทะหรือผ่านตัวกลางใดๆ จะไม่ทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออน
  - เป็นรังสีที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น คลื่นวิทยุและโทรทัศน์ แสงอาทิตย์ แสงอุลตราไวโอเลต อินฟราเรด

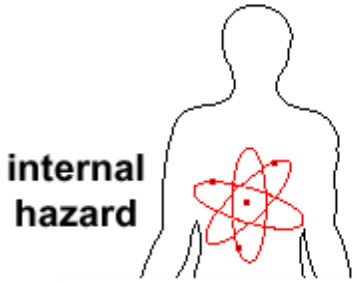
รังสีแอลฟา

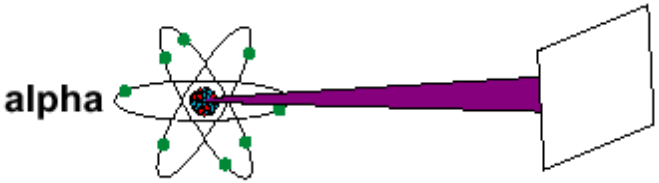
- ประกอบด้วย อนุภาคแอลฟา (Alpha Particle; α)
- เกิดจากการสลายตัวของธาตุหนักที่มีจำนวนนิวตรอนในนิวเคลียสมาก
- มีมวล 4 amu, 2 นิวตรอน และ 2 โปรตอน มีประจุ +2

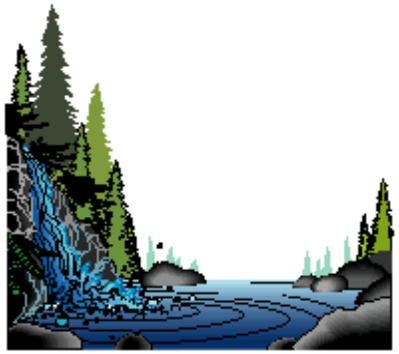


รังสีแอลฟา

- อนุภาคชนิดนี้มีน้ำหนักมากเมื่อเทียบกับอนุภาครังสีชนิดอื่นๆ
- สามารถเคลื่อนที่ไปได้ไม่ไกล
- มีอำนาจการทะลุทะลวงต่ำ

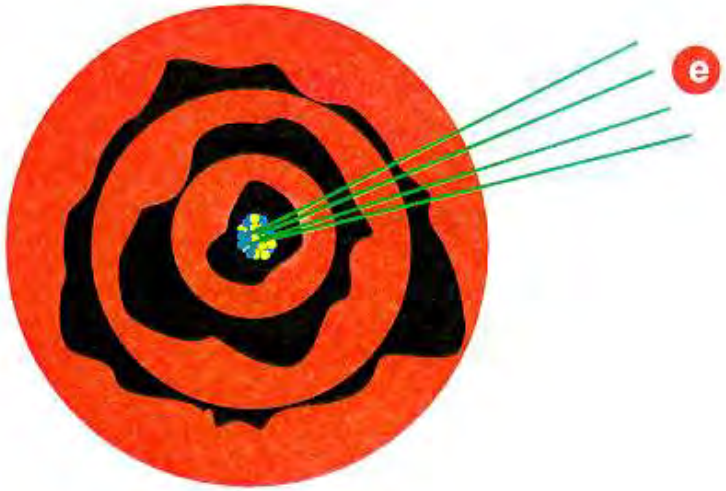






รังสีเบตา

- ประกอบด้วย อนุภาคเบตา (Beta Particle; β)
- เกิดจากการสลายตัวของธาตุที่ในนิวเคลียสมีนิวตรอนมากกว่าโปรตอน
- มีมวล 1/1836 amu มีประจุ -1



Mass = 0.00053

Charge = -1

Typical Penetration

meters of air

cm of plastic

Typical Stop

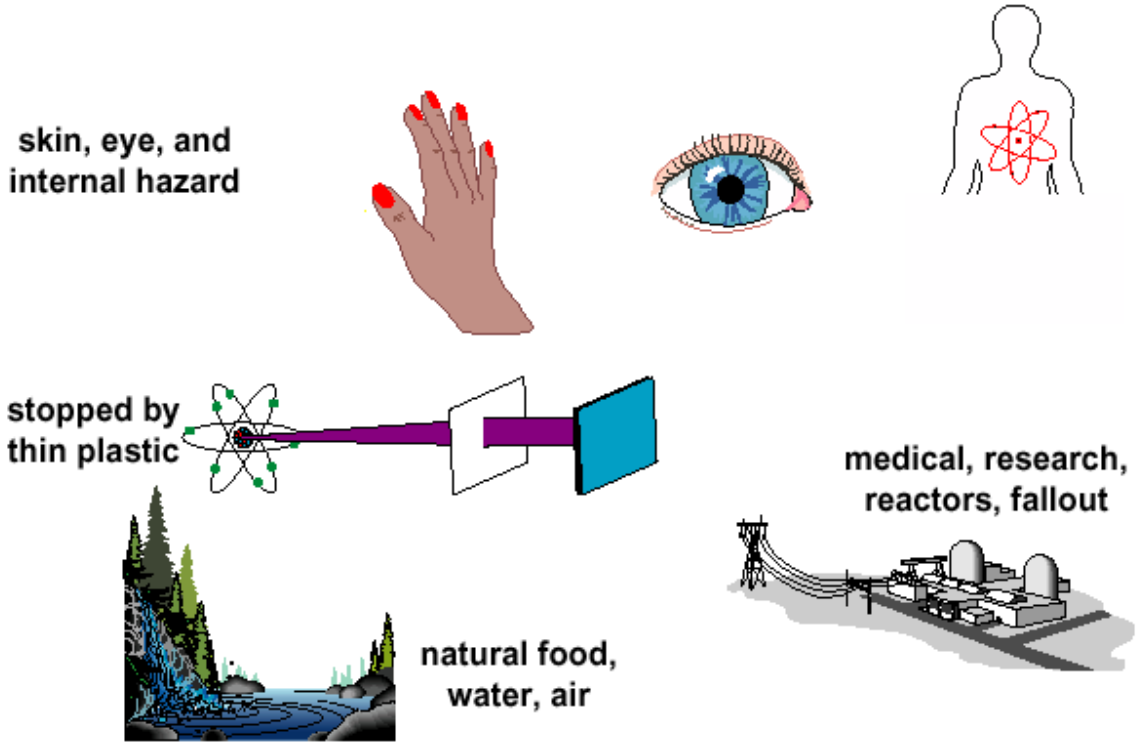
Metal foil

Special Case

Positron

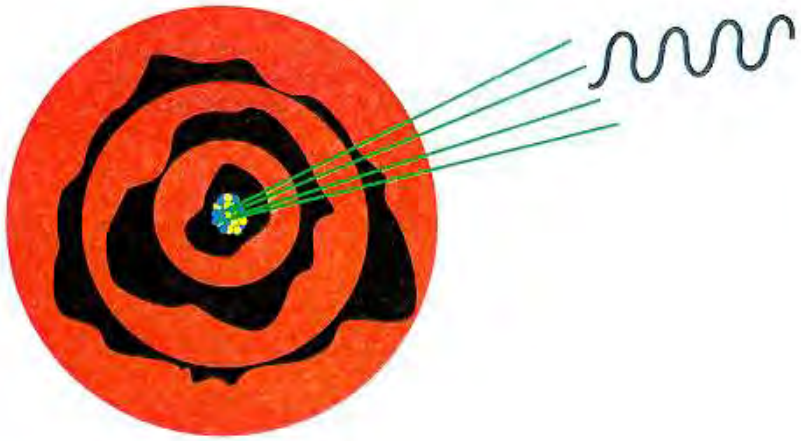
รังสีเบตา

- อนุภาคมีความเร็วสูง เคลื่อนที่ไปได้ไกลกว่าอนุภาคแอลฟา
- มีอำนาจการทะลุทะลวงดีกว่า สามารถก่ออันตรายต่อผิวหนังและดวงตา
- กั้นได้ด้วยแผ่นอลูมิเนียมบาง แก้ว พลาสติก



รังสีแกมมา

- รังสีแกมมา (γ-ray) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ไม่มีมวลและประจุ
  - ได้จากการสลายตัวตามธรรมชาติของสารกัมมันตรังสี เช่น โคบอลต์-60
  - นิวเคลียสอยู่ในสถานะถูกกระตุ้น และเกิดการปรับตัวเข้าสู่สภาวะเสถียร โดยมีการปล่อยพลังงานออกมาในรูปของรังสีแกมมา



Mass = 0

Charge = None

Typical Penetration
(strong energy dependence)

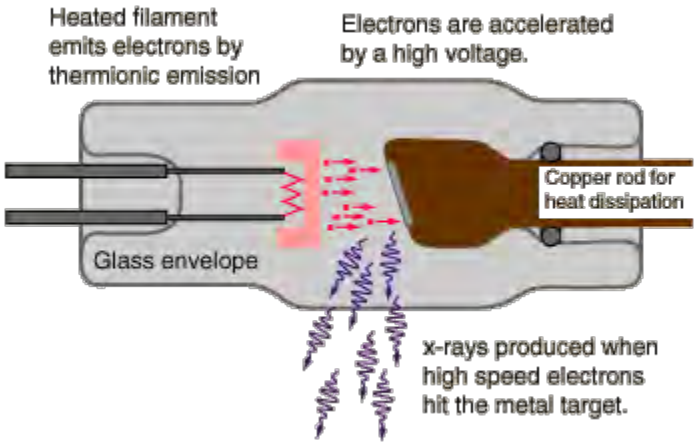
meters of concrete
meters of water
many cm lead
kilometers of air

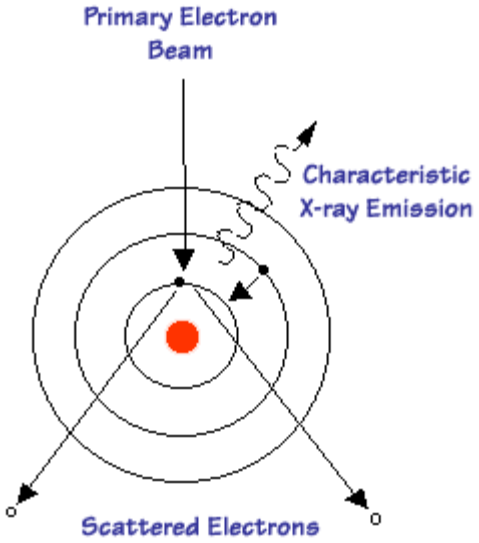
Typical Stop

meters of water
some 10 cm of lead

รังสีเอกซ์

- รังสีเอกซ์ (X-ray) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้น
  - มีจุดกำเนิดจากชั้นของอิเล็กตรอนพลังงานสูงที่อยู่รอบนิวเคลียส
  - ทำการยิงลำอนุภาคไปชนอิเล็กตรอนของอะตอมโลหะ เช่น ทังสเตน ที่เป็นเป้า เกิดการเปลี่ยนชั้นการโคจรของอิเล็กตรอน และมีการปล่อยพลังงานออกมาในรูปของรังสีเอกซ์



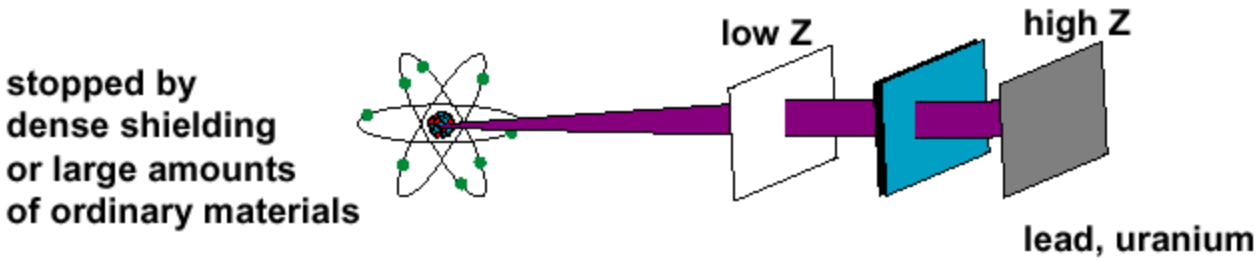


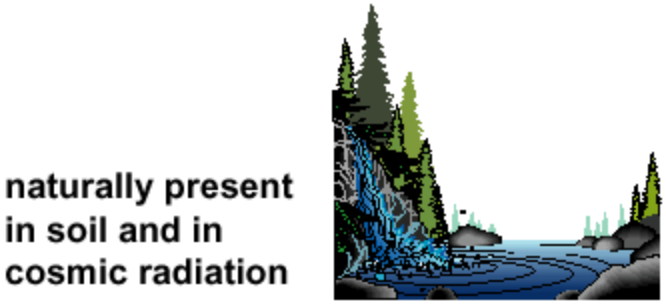
รังสีแกมมาและรังสีเอกซ์

- รังสีสองชนิดนี้ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ไม่มีความแตกต่างทางกายภาพ และไม่สามารถแยกชนิดได้หากไม่ทราบแหล่งที่มา
  - รังสีแกมมา (γ-ray)
    - ได้จากการสลายตัวตามธรรมชาติของสารกัมมันตรังสี
    - มีจุดกำเนิดจากนิวเคลียสของอะตอม
  - รังสีเอกซ์ (X-ray)
    - เป็นรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์
    - มีจุดกำเนิดจากชั้นอิเลกตรอนของอะตอม
- ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง

รังสีแกมมาและรังสีเอกซ์

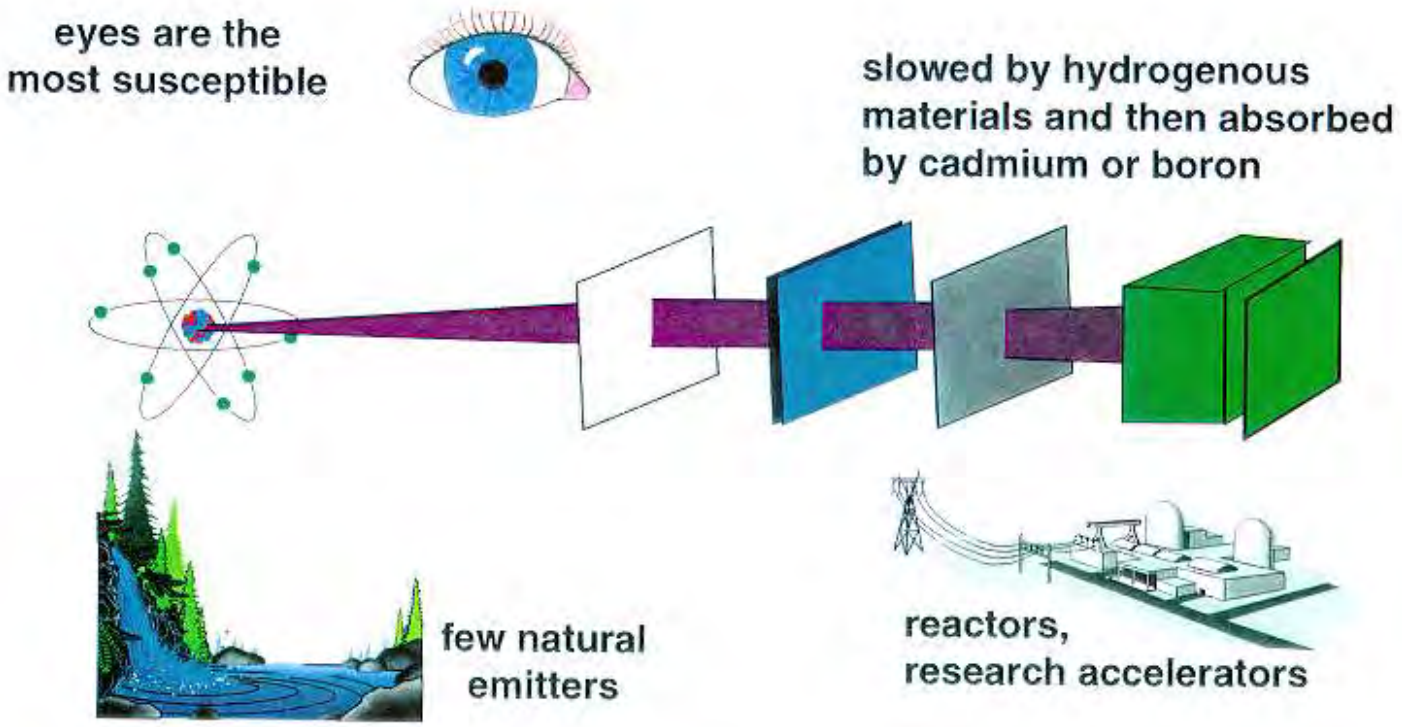
- สามารถเคลื่อนที่ไปได้ไกล และทะลุทะลวงผ่านวัสดุตัวกลางได้ดี
- มีระดับพลังงานสูง ทำให้มีศักยภาพในการก่ออันตรายต่อร่างกายมนุษย์
- ต้องกำบังด้วยวัสดุความหนาแน่นสูง เช่น ตะกั่ว ยูเรเนียม คอนกรีต





รังสีนิวตรอน

- เกิดจากการใช้ปฏิกรณ์/เครื่องเร่งอนุภาคนิวตอน (Neutron Reactor)
- เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง และมีอำนาจการทะลุทะลวงสูงมาก
- กำบังโดยใช้น้ำ น้ำมัน โพลีเอทธิลีน หรือคอนกรีต



หน่วยวัดทางรังสี

- กัมมันตภาพ (Activity) หมายถึง อัตราการสลายตัวของสารรังสีต่อวินาที (disintegration per second; dps) หน่วยสากลที่ใช้คือ เบคเคอเรล (Bq) เดิมใช้ คูรี (Ci) หรือ รัทเธอร์ฟอร์ด (Rf)
  - 1 เบคเคอเรล เท่ากับปริมาณสารรังสีที่สลายตัว 1 ครั้งต่อวินาที
  - 1 คูรี เท่ากับปริมาณสารรังสีที่สลายตัว 3.7×10^{10} ครั้งต่อวินาที

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

  - 1 รัทเธอร์ฟอร์ด เท่ากับปริมาณสารรังสีที่สลายตัว 10^6 ครั้งต่อวินาที

$$1 \text{ Rf} = 10^6 \text{ Bq}$$

หน่วยวัดทางรังสี

- การแผ่รังสี (Exposure) ใช้หน่วยวัดคุณสมบัติของรังสีในการก่อให้เกิดประจุในอากาศจากกระบวนการก่อไอออน หน่วยสากลที่ใช้ คือ คูลอมบ์ต่อกิโลกรัม ของอากาศ (C/Kg) เดิมใช้หน่วยเรินท์เกน (Roentgen; R)

$$1 \text{ Roentgen} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$$

$$1 \text{ C/kg} = 3{,}876 \text{ R}$$

- เป็นหน่วยวัดที่ใช้กับรังสีแกมมาและรังสีเอ็กซ์ โดย 1 R เท่ากับปริมาณรังสีที่ทำให้อากาศ 1 cc แตกตัวเป็นประจุไฟฟ้า 1 หน่วย

หน่วยวัดทางรังสี

- การดูดกลืนรังสี (Absorbed Dose) หมายถึง พลังงานรังสีที่ถูกดูดกลืนในวัตถุ/ตัวกลางใดๆ ต่อหน่วยน้ำหนัก โดยผลของรังสีจะแปรผันตามปริมาณพลังงานรังสีที่วัตถุนั้นดูดกลืนไว้ หน่วยสากลที่ใช้ คือ เกรย์ (Gray; Gy) ซึ่งมีค่าเท่ากับ การดูดกลืนพลังงานรังสี 1 Joule ต่อน้ำหนักตัวกลาง 1 kg เดิมใช้หน่วย แรด (radiation absorbed dose; rad)

1 Gy = 100 rad

หน่วยวัดทางรังสี

- ปริมาณรังสีสมมูล (Equivalent Dose) เป็นหน่วยที่ใช้สำหรับงานด้านความปลอดภัยและการป้องกันอันตรายจากรังสี โดยนำผลทางชีววิทยามาเกี่ยวข้อง หน่วยที่ใช้ คือ ซีเวิรต์ (Sievert; Sv) หรือ J/kg เดิมใช้หน่วย เรม (rem)

1 Sievert = 100 rem

ทั้งนี้ จะมีการพิจารณาค่าการถ่ายเทพลังงานของรังสีแต่ละชนิด (Radiation Weighting Factor; W_R) ด้วย

Equivalent Dose = Absorbed Dose x W_R

* W_R รังสีเอ็กซ์/แกมมา = 1, นิวตรอน = 5, แอลฟา = 20

หน่วยวัดทางรังสี

- ปริมาณรังสียังผล (Effective Dose) เป็นหน่วยที่คำนึงถึงชนิดของรังสีและความไวของเนื้อเยื่อหรืออวัยวะต่อการเกิดอันตรายจากรังสี หน่วยที่ใช้ คือ ซีเวิรต์ (Sv) เดิมใช้หน่วย เรม (rem)

$$\text{Effective Dose} = \text{Equivalent Dose} \times W_T$$

(W_T = Tissue Weighting Factor สำหรับเนื้อเยื่อ T)

อวัยวะ	W_T
• อัณฑะ, รังไข่	0.20
• ไขกระดูก, ปอด, กระเพาะอาหาร, ลำไส้	0.12
• เต้านม, ตับ, ต่อมไทรอยด์	0.05
• ผิวหนัง, กระดูก	0.01

แหล่งกำเนิดรังสี

- จากที่มีอยู่ในธรรมชาติ (~80%)
  - รังสีคอสมิก มีแหล่งกำเนิดจากดวงอาทิตย์หรืออวกาศภายนอกโลก
  - แหล่งจากพื้นดิน อาจพบแร่ธาตุที่เป็นนิวไคลด์รังสีมากกว่า 60 ชนิด ที่มีครึ่งชีวิตยาวมาก เช่น ยูเรเนียม ทอเรียม โปแตสเซียม

ยูเรเนียม (U-235, U-238)

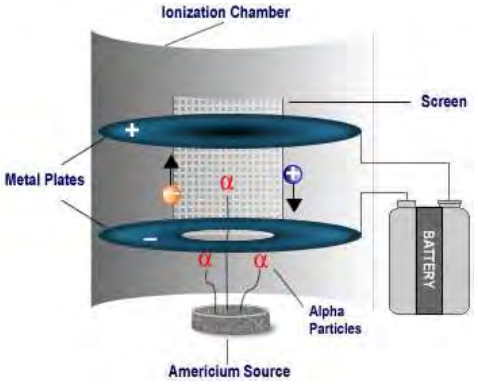
ทอเรียม (Th-232)

แหล่งกำเนิดรังสี

- จากที่มนุษย์สร้างขึ้น (~20%)
  - แหล่งกำเนิดรังสีที่ใช้ในทางการแพทย์
    - รังสีเอกซ์ เพื่อใช้เอกซ์เรย์ปอด ฟัน ตรวจวัดความหนาแน่นของกระดูก
    - รังสีเบตา สำหรับรักษามะเร็งที่ต่อมไทรอยด์ กระดูก และต่อมลูกหมาก

แหล่งกำเนิดรังสี

- แหล่งกำเนิดรังสีจากเครื่องใช้หรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น สายล่อฟ้า อุปกรณ์ตรวจจับควัน (อเมริเชียม-241 นิเกิล-63)



- แหล่งกำเนิดทางอุตสาหกรรม การรั่วไหล การเกิดอุบัติเหตุทางรังสี
- วัสดุก่อสร้าง อิฐ ปูน ที่มีส่วนประกอบเจือปนสารรังสีจากธรรมชาติ เช่น เรเดียม-226 ทำให้เกิดก๊าซเรดอน และให้อนุภาคแอลฟา

การใช้ประโยชน์จากรังสี

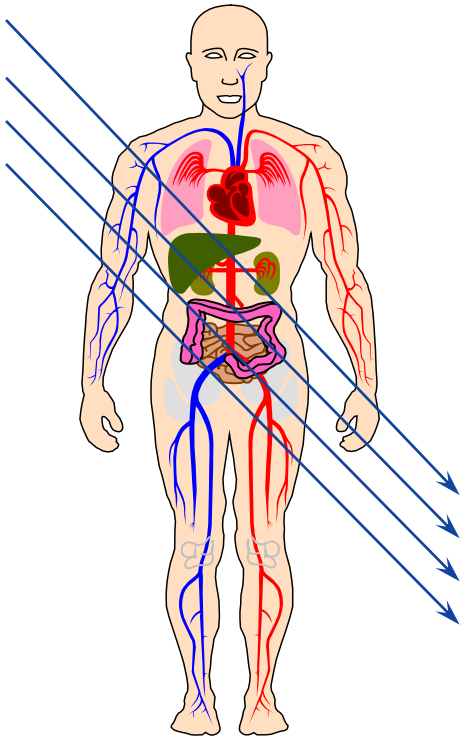
- ด้านอุตสาหกรรม
  - ใช้รังสีแกมมาวัด/ควบคุมความหนาแน่นของแผ่นเหล็ก ตรวจสอบรอยเชื่อมโลหะ ฆ่าเชื้อโรค ฉายรังสีอาหาร
  - ใช้รังสีเบตาวัดและควบคุมน้ำหนักของกระดาษ
  - ใช้รังสีนิวตรอนในการสำรวจแหล่งน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ
  - ใช้รังสีเอกซ์วัดปริมาณตะกั่วและกำมะถันในโรงงานปิโตรเคมี
- ด้านเกษตรกรรม
  - ใช้รังสีแกมมาเพื่อกำจัดศัตรูพืชบางชนิด
  - ใช้รังสีเทคนิคในการปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์พืช

การใช้ประโยชน์จากรังสี

- ด้านการแพทย์
  - ประยุกต์ใช้รังสี (เช่น โคบอลต์-60 นิวตรอน) ในการรักษาโรคมะเร็ง
  - ใช้ไอโอดีน-131 ในการตรวจวินิจฉัยและรักษาโรคคอพอก
  - ใช้แทลเลียม-201 ตรวจสภาพกล้ามเนื้อหัวใจ การไหลเวียนของโลหิต
  - ใช้เทคนิเซียม-99m ตรวจต่อมธัยรอยด์ ทางเดินน้ำดี ไต ฯลฯ
- ด้านสิ่งแวดล้อม
  - ใช้รังสีในการบำบัดมลภาวะ ฆ่าเชื้อโรค
- ด้านการศึกษาวิจัย/พัฒนาเทคโนโลยีนิวเคลียร์

การได้รับรังสีของมนุษย์

- จำแนกตามส่วนของร่างกายที่ได้รับรังสี
  - ได้รับทั่วร่างกาย (Whole body exposure)
  - ได้รับเฉพาะแห่ง (Partial body exposure)
- จำแนกตามวิธีการที่ร่างกายได้รับรังสี
  - แบบรุนแรงหรือเฉียบพลัน (Acute exposure)
  - แบบเรื้อรังหรือสะสม (Chronic exposure)
- จำแนกตามตำแหน่งของต้นกำเนิดรังสี
  - ต้นกำเนิดรังสีอยู่นอกร่างกาย (External exposure)
  - ต้นกำเนิดรังสีอยู่ภายในร่างกาย (Internal exposure)



ปริมาณรังสีที่มนุษย์ได้รับในชีวิตประจำวัน

- โดยปกติ จะได้รับประมาณ 2.3 มิลลิซีเวิร์ต/ปี
  - อาคารบ้านเรือน 1.2 มิลลิซีเวิร์ต
  - พื้นดิน 0.4 มิลลิซีเวิร์ต
  - รังสีคอสมิกและดวงอาทิตย์ 0.3 มิลลิซีเวิร์ต
  - แหล่งที่มนุษย์สร้างขึ้น
    - อาหารและเครื่องดื่ม 0.2 มิลลิซีเวิร์ต
    - รังสีเอกซ์เรย์ทางการแพทย์ 0.1 มิลลิซีเวิร์ต
    - ฝุ่นกัมมันตรังสีที่ฟุ้งมาจากอุบัติเหตุนิวเคลียร์ 0.01 มิลลิซีเวิร์ต
    - เครื่องใช้ในบ้าน 0.01 มิลลิซีเวิร์ต
    - การเดินทางโดยเครื่องบิน 0.01 มิลลิซีเวิร์ต

การเกิดอันตรายจากรังสี

- อันตรายจากรังสีเกิดขึ้นได้จากการที่รังสีเข้าไปทำลายเซลล์ต่างๆ ในร่างกายหรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง DNA ภายในร่างกาย
- ระดับของอันตรายจากรังสีขึ้นอยู่กับ
  - ชนิดของรังสี
  - ความแรงรังสี
  - ระยะเวลาสัมผัส
  - ปริมาณรังสีที่ได้รับ
  - ส่วนของร่างกายที่ได้รับรังสี

ผลกระทบของรังสีต่อสุขภาพ

ระยะเริ่มต้น

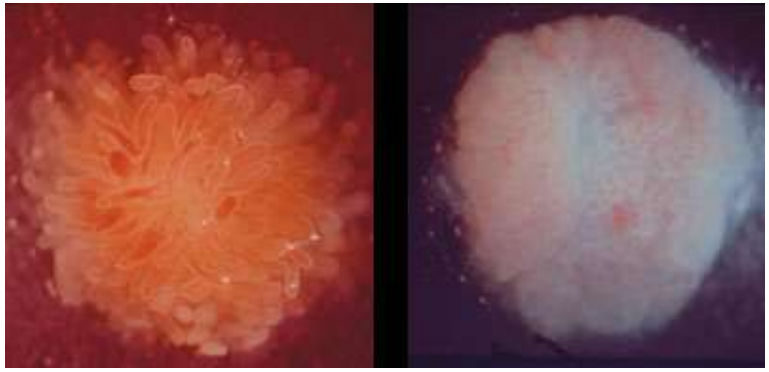
- เฉพาะที่
  ผิวหนังไหม้ เป็นแผล
- บริเวณทั่วไป
  Acute Radiation Disease/Syndrome

ระยะยาว

- ผลที่ปรากฏชัดเจน
  ผิวหนังอักเสบ ต้อกระจก
  ผลต่อเด็กในครรภ์
- ผลที่ปรากฏไม่ชัดเจน
  เนื้องอก มะเร็ง

ผลกระทบจากการได้รับรังสีสูงแบบเฉียบพลัน

- อาการป่วยทางรังสีเฉียบพลัน (Acute Radiation Syndrome)
- ผลกระทบที่เกิดขึ้น แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มอาการ
  - ผลกระทบต่อระบบไขกระดูกและการสร้างเม็ดเลือด (Hematopoietic Syndrome)
  - ผลกระทบต่อระบบไหลเวียนโลหิตและระบบประสาทส่วนกลาง (CNS Syndrome)
  - ผลกระทบต่อระบบทางเดินอาหาร (Gastrointestinal Syndrome)
- มักเกิดผลกระทบมากกว่า 1 ระบบ



ผลกระทบจากการได้รับรังสีสูงแบบเฉียบพลัน

- มีข้อบ่งชี้ 5 ประการ ได้แก่
  - ปริมาณรังสี (Dose) ที่ได้รับทั่วร่างกายจะต้องสูงกว่า 10 mSv
  - รังสีที่ได้รับมาจากแหล่งภายนอกร่างกาย (External Exposure)
  - เป็นรังสีที่มีพลังงานสูงหรืออำนาจทะลุทะลวงสูง
  - จะต้องได้รับทั่วทั้งร่างกายในคราวเดียวกัน
  - การได้รับรังสีเกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ

ผลกระทบจากการได้รับรังสีแบบเรื้อรัง

- จำแนกตามประเภทของเซลล์
  - ผลที่เกิดกับเซลล์ร่างกาย (Somatic cells) เช่น เซลล์เม็ดเลือด เซลล์ประสาท เซลล์กล้ามเนื้อ
    - ความเสียหายจะจำกัดอยู่เฉพาะตัวบุคคลที่ได้รับรังสีเท่านั้น
    - ไม่สามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลาน
  - ผลที่เกิดกับเซลล์สืบพันธุ์ (Germline cells) เช่น อัณฑะ และรังไข่
    - ถ่ายทอดความผิดปกติไปยังลูกหลานได้

ผลกระทบจากการได้รับรังสีแบบเรื้อรัง

- จำแนกตามลักษณะการเปลี่ยนแปลงด้านชีวภาพ
  - ผลที่ปรากฏชัดเจน (Deterministic Effect) เป็นการได้รับรังสีปริมาณมาก ทำให้เซลล์ตาย อวัยวะทำหน้าที่ไม่ได้ เช่น รอยไหม้ บริเวณที่รับรังสี ต้อกระจก
    - จะปรากฏอาการเมื่อได้รับรังสีในปริมาณสูงกว่าขีดจำกัดของร่างกาย
    - ส่วนใหญ่ปรากฏอาการค่อนข้างเร็ว (Early effect) หลังจากได้รับรังสี เช่น อาเจียน ท้องร่วง เม็ดเลือดขาวลดลง ผมร่วง ฯลฯ
    - อาการรุนแรงขึ้นถ้าปริมาณรังสีสูงขึ้น
    - ปรากฏอาการกับทุกคนที่ได้รับรังสี
    - สามารถวินิจฉัยได้ว่าเป็นผลจากการได้รับรังสี

ผลกระทบจากการได้รับรังสีแบบเรื้อรัง

- ผลที่ปรากฏไม่ชัดเจน (Stochastic Effect) เป็นการได้รับรังสีในปริมาณไม่สูงมากนัก แต่ได้รับต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน มีช่วงเวลาให้เซลล์ซ่อมแซมความเสียหายได้ จึงไม่ปรากฏอาการในช่วงแรกๆ ของการได้รับรังสี แต่จะเกิดผลในระยะยาว เช่น มะเร็ง
  - ไม่มีขีดจำกัดของร่างกาย และไม่ปรากฏผลกับทุกคนที่ได้รับรังสี
  - ปรากฏอาการให้เห็นหลังได้รับรังสีไปแล้วเป็นเวลานาน (Late effect)
  - โอกาสเกิดผลกระทบจะมากขึ้นตามปริมาณรังสีที่ได้รับ
  - ระยะปรากฏอาการและความรุนแรงไม่ขึ้นกับปริมาณรังสี
  - ไม่สามารถวินิจฉัยได้ชัดเจนว่าเป็นผลจากการได้รับรังสี

ปริมาณรังสีที่ได้รับและผลกระทบต่อร่างกาย

ปริมาณรังสี (มิลลิซีเวิร์ต)	ผลกระทบต่อร่างกาย
0 – 250	ไม่ปรากฏอาการ
250 – 500	ไขกระดูกหยุดสร้างเม็ดเลือดขาวชั่วคราว
500 – 1,000	เซลล์ไขกระดูกถูกทำลาย ทำให้ปริมาณเม็ดเลือดขาวและเกล็ดเลือดลดลง ผู้ป่วยจะมีอาการอ่อนเพลีย และมีโอกาสติดเชื้อโรคต่างๆ ได้ง่าย
2,000	ระบบทางเดินอาหารเริ่มถูกทำลาย มีอาการคลื่นไส้อาเจียน ผมร่วง ในรายที่อาการรุนแรงและไม่ได้รับการรักษาอย่างถูกต้องทันท่วงที อย่างถึงแก่ชีวิตได้
4,000	เม็ดเลือดขาวถูกทำลายจนหมด ระบบทางเดินอาหารจะถูกทำลายอย่างหนัก ผู้ป่วยมีโอกาสเสียชีวิตได้
6,000	ไขกระดูกถูกทำลาย ผู้ป่วยจะเสียชีวิตภายในเวลา 10 วัน
10,000	เสียชีวิตภายใน 1-2 วัน

การป้องกันอันตรายจากรังสี

- คณะกรรมาธิการสากลว่าด้วยการป้องกันอันตรายจากรังสี (International Commission on Radiation Protection; ICRP) พิจารณาว่าการได้รับรังสีเข้าสู่ร่างกายเป็นการเสี่ยงภัย (Risk) อย่างหนึ่งเช่นเดียวกับการทำงานประเภทอื่น
- การได้รับรังสีของผู้ปฏิบัติงาน ต้องเป็นไปตามหลัก ALARA (As Low As Reasonably Achievable) คือ ได้รับรังสีปริมาณน้อยที่สุด แต่สามารถปฏิบัติงานนั้นให้สำเร็จ

หลักการป้องกันอันตรายจากรังสี

- ในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสี จะต้องคำนึงถึง 3 ปัจจัย
  - เวลา (Time) โดยใช้เวลาในการทำงานให้น้อยที่สุด
  - ระยะทาง (Distance) โดยอยู่ไกลจากแหล่งกำเนิดรังสีให้มากที่สุด แบ่งแยกบริเวณที่มีรังสีออกจากส่วนอื่นๆ
  - อุปกรณ์กำบังรังสี (Shielding) โดยเลือกให้เหมาะสมกับประเภทของรังสี

การตรวจวัดปริมาณรังสีจากภายนอกร่างกาย

- การวัดปริมาณรังสีในสิ่งแวดล้อม
  - เป็นการตรวจวัดการแผ่รังสี หรือการปนเปื้อนรังสี ด้วยเครื่อง Geiger-Muller Detector, Proportional Counter เป็นต้น

การตรวจวัดปริมาณรังสีจากภายนอกร่างกาย

- การวัดปริมาณรังสีที่ได้รับเข้าสู่ร่างกาย
  - เป็นการใช้อุปกรณ์วัดระดับรังสีประจำตัวบุคคล เช่น ฟิล์มแบดจ์ (Film Badge), Thermo Luminescence Dosimetry (TLD), แผ่นวัดรังสี (OSL), Pocket Dosimeter เป็นต้น

การตรวจวัด/แจ้งเตือนระดับรังสี

- การวัดระดับรังสีด้วยอุปกรณ์อื่นๆ
  - เป็นการใช้อุปกรณ์แจ้งเตือนระดับรังสีติดตัวบุคคล (Personal Radiation Detector) ซึ่งมีรูปแบบลักษณะต่างๆ

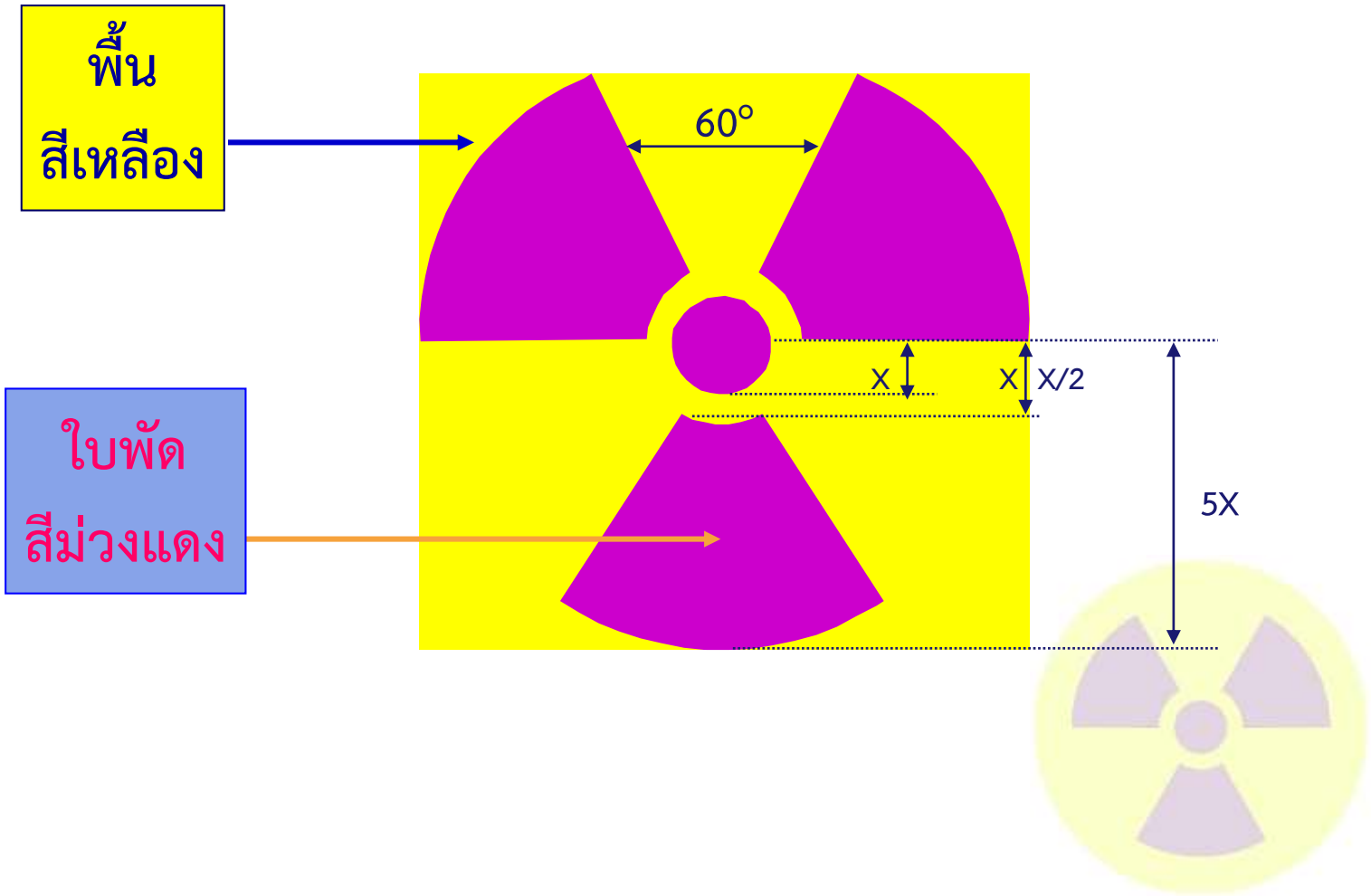
การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

- อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (PPE)
  - อุปกรณ์ปกป้องระบบหายใจ ได้แก่ หน้ากาก เครื่องช่วยหายใจ
  - อุปกรณ์ป้องกันผิวหนังและดวงตา ได้แก่ ถุงมือ แว่นตา ชุดป้องกัน
  - อุปกรณ์ตรวจวัด/แจ้งเตือนระดับรังสี
- โดยทั่วไปจะใช้ในกรณี
  - การปฏิบัติงานกับสารรังสี/ต้นกำเนิดรังสีที่ไม่มีการปิดผนึก ซึ่งอาจเกิดการฟุ้งกระจายของสารรังสีในบรรยากาศการทำงาน
  - การเกิดอุบัติเหตุทางรังสี ซึ่งทำให้เกิดการหก รั่วไหล ฟุ้งกระจาย หรือเกิดการเปรอะเปื้อนทางรังสี

การจัดการกากกัมมันตรังสี

- กากกัมมันตรังสี (Radioactive Waste) หมายถึง สิ่งหนึ่งสิ่งใดที่ประกอบหรือปนเปื้อนสารกัมมันตรังสี และไม่เป็นประโยชน์ในการใช้งาน
  - การกำจัดกากกัมมันตรังสี ไม่ได้หมายถึงการทำลายสารกัมมันตรังสีให้หมดสิ้นไป
  - วิธีการพื้นฐานทางเคมี-ฟิสิกส์ ไม่สามารถทำลายสารกัมมันตรังสีได้
  - กระบวนการสลายตัวตามธรรมชาติของสารกัมมันตรังสีเท่านั้น จะทำให้กัมมันตรังสีลดลงได้

สัญลักษณ์ทางรังสี



สัญลักษณ์ทางรังสี

สัญลักษณ์นี้ทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency; IAEA) ร่วมกับองค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (International Organization for Standardization; ISO) ประกาศใช้เมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2550

การเกิดอุบัติเหตุหรือภาวะฉุกเฉินทางรังสี

- อุบัติเหตุทางรังสี (Radiological Accident) เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยเกี่ยวข้องกับรังสี เช่น การรั่วไหล หก ฟุ้งกระจาย ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน และประชาชนทั่วไป
- อุบัติเหตุทางรังสีที่ความรุนแรงขยายขอบเขตจนไม่สามารถควบคุม จัดเป็นภาวะฉุกเฉินทางรังสี ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ระดับ
  - ระดับ 1 สถานการณ์มีขอบเขตจำกัด
  - ระดับ 2 สถานการณ์ขยายขอบเขตไปทั่วบริเวณโรงงาน/หน่วยงาน
  - ระดับ 3 อาจมีผลกระทบต่อสถานที่ข้างเคียง
  - ระดับ 4 อาจมีผลกระทบต่อประเทศข้างเคียง

มาตรการในภาวะฉุกเฉินทางรังสี และการอพยพหนีภัย

- มาตรการและแนวทางเพื่อแก้ไขสถานการณ์ เมื่อมีอุบัติเหตุหรือภาวะฉุกเฉินทางรังสี จะขึ้นกับระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ โดยมีหลักดำเนินการเบื้องต้นคือ
  - กักกันบริเวณ และรีบอพยพผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องโดยตรงออกนอกพื้นที่มีการควบคุมทางเข้าออกตามความจำเป็น
  - ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายหรือเครื่องกำบังรังสีที่เหมาะสม
  - ตรวจสอบระดับรังสีและขจัดความเปรอะเปื้อนที่เกิดขึ้นกับบุคคล เครื่องมือ หรือสถานที่
  - รวบรวมและกำจัดกากกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นอย่างเหมาะสม

การแจ้งเหตุฉุกเฉินทางรังสี

- การเกิดอุบัติเหตุทางรังสี จะต้องแจ้งสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ภายในระยะเวลาที่เหมาะสมตามความรุนแรงของสถานการณ์
- กรณีเป็นการแจ้งเหตุภาวะฉุกเฉินทางรังสี สามารถติดต่อมายังสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ได้ตลอด 24 ชั่วโมง

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
ถนนวิภาวดีรังสิต เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ 0 2579 5230-4, 0 2579 0138-9
โทรสาร 0 2561 3013

กฎหมายความปลอดภัยเกี่ยวกับรังสี

- กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับรังสีชนิดก่อไอออน พ.ศ. 2547
  - มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2548
  - ปัจจุบันมีผลภายใต้บทเฉพาะกาลแห่งพระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554
  - มีแบบรายงานที่เกี่ยวข้อง 5 แบบ
  - เนื้อหาประกอบด้วย 6 หมวด 32 ข้อ

กฎกระทรวงฯ ความปลอดภัยรังสี

- หลักการและเหตุผล
  - กำหนดมาตรฐานให้นายจ้างดำเนินการในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับรังสีชนิดก่อไอออน
  - เพื่อควบคุมให้การใช้รังสีชนิดก่อไอออนในกระบวนการทำงานของสถานประกอบกิจการต่างๆ เป็นไปโดยถูกต้องและปลอดภัย
  - เพื่อความปลอดภัยของลูกจ้างที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับรังสีชนิดนี้

กฎกระทรวงฯ ความปลอดภัยรังสี

- องค์ประกอบ
  - หมวด 1 บททั่วไป
  - หมวด 2 การควบคุมและป้องกันอันตราย
  - หมวด 3 เครื่องหมาย ฉลากและสัญญาณเตือนภัย
  - หมวด 4 การแจ้งเหตุและการรายงาน
  - หมวด 5 การคุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล
  - หมวด 6 เบ็ดเตล็ด

หมวด 1 บททั่วไป

- ข้อ 1 กำหนดคำนิยามที่เกี่ยวข้อง
  - รังสี
  - รังสีชนิดก่อไอออน
  - ต้นกำเนิดรังสี
  - ต้นกำเนิดรังสีชนิดไม่ปิดผนึก
  - กากกัมมันตรังสี
  - ปริมาณรังสีสะสม
  - พื้นที่ควบคุม
  - บริเวณรังสี
  - บริเวณรังสีสูง
  - อุปกรณ์บันทึกปริมาณรังสีประจำตัวบุคคล
  - ผลิต
  - มีไว้ในครอบครอง

หมวด 2 การควบคุมและป้องกันอันตราย

- ข้อ 2 ให้นายจ้างแจ้งจำนวนและปริมาณความแรงของต้นกำเนิดรังสีต่ออธิบดีกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน ภายใน 7 วัน นับแต่วันที่ผลิตหรือมีครอบครอง กรณีมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้น ให้แจ้งภายใน 15 วัน ทั้งนี้ โดยใช้แบบตามที่กำหนด

- ข้อ 3 ให้นายจ้างกำหนดพื้นที่ควบคุม ทำรั้ว คอกกั้นหรือเส้นแสดงแนวเขต และทำป้ายข้อความ ระวังอันตรายจากรังสี ห้ามเข้า

- ข้อ 4 ห้ามลูกจ้างที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง หรือบุคคลภายนอก เข้าไปในพื้นที่ควบคุม ยกเว้นได้รับอนุญาตจากนายจ้าง และต้องอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้รับผิดชอบดำเนินการทางด้านเทคนิคเรื่องรังสี

หมวด 2 การควบคุมและป้องกันอันตราย (ต่อ)

- ข้อ 5 ให้นายจ้างจัดเครื่องมือ/อุปกรณ์ช่วยลดปริมาณรังสีที่ต้นกำเนิด หรือทางผ่าน และกำหนดวิธี เวลาการทำงานเพื่อป้องกันมิให้ลูกจ้างได้รับปริมาณรังสีสะสมเกินเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้
  - 20 mSv ต่อปี (เฉลี่ยช่วง 5 ปีติดต่อกัน โดยแต่ละปีต้องไม่เกิน 50 mSv) สำหรับศีรษะ ลำตัว อวัยวะสร้างโลหิต และระบบสืบพันธุ์
  - 150 mSv ต่อปี สำหรับเลนส์ของดวงตา
  - 500 mSv ต่อปี สำหรับผิวหนัง มือ เท้า
- ข้อ 6 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างมีการใช้อุปกรณ์บันทึกปริมาณรังสีประจำตัวบุคคล ตลอดเวลาที่มีการปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสี

หมวด 2 การควบคุมและป้องกันอันตราย (ต่อ)

- ข้อ 7 ให้นายจ้างจัดทำข้อมูลและแจ้งเกี่ยวกับปริมาณรังสีสะสมเป็นประจำทุกเดือนตามแบบที่กำหนด โดยต้องแจ้งให้ลูกจ้างทราบทุกครั้ง พร้อมทั้งเก็บเป็นหลักฐานให้ตรวจสอบได้ตลอดเวลาทำการ

- ข้อ 8 ให้นายจ้างจัดให้มีผู้รับผิดชอบดำเนินการทางด้านเทคนิคในเรื่องรังสี อย่างน้อย 1 คน ประจำสถานประกอบการ ตลอดระยะเวลาที่มีการทำงานเกี่ยวข้อง โดยให้ปฏิบัติหน้าที่ดังนี้
  - ให้คำปรึกษาแนะนำด้านความปลอดภัยเกี่ยวกับรังสี
  - ตรวจตราและควบคุมดูแลการปฏิบัติงาน
  - จัดทำบันทึก สถิติ หาสาเหตุอุบัติเหตุและการเจ็บป่วยที่เกิดขึ้น

หมวด 2 การควบคุมและป้องกันอันตราย (ต่อ)

- ประเมินอันตรายจากรังสีอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง
- ให้คำแนะนำและข้อมูลเพื่อการแจ้งเหตุ/รายงาน

ทั้งนี้ ให้แจ้งชื่อและคุณสมบัติตามแบบ ภายใน 7 วันนับแต่ที่มี

- ข้อ 9 ผู้รับผิดชอบดำเนินการทางเทคนิคในเรื่องรังสี มีคุณสมบัติดังนี้
  - สำเร็จการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรีหรือเทียบเท่าด้านวิทยาศาสตร์ ผ่านวิชาเกี่ยวกับการป้องกันอันตรายจากรังสีอย่างน้อย 3 หน่วยกิต
  - ผ่านการฝึกอบรมและทดสอบตามหลักสูตรการป้องกันอันตรายจากรังสี จากสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ) หรือสถาบันอื่นที่กระทรวงแรงงานรับรอง

หมวด 2 การควบคุมและป้องกันอันตราย (ต่อ)

- ข้อ 10 ห้ามนายจ้างอนุญาตให้ลูกจ้างเข้าพักอาศัย พักผ่อน นำอาหาร เครื่องดื่ม หรือบุหรี่เข้าไปในพื้นที่ควบคุม
- ข้อ 11 ให้นายจ้างจัดที่ล้างมือ ที่ล้างหน้า ที่อาบน้ำ สำหรับลูกจ้างที่ทำงานเกี่ยวข้องกับรังสี ใช้หลังปฏิบัติงานหรือก่อนออกจากที่ทำงาน รวมทั้งให้มีที่เก็บชุดปฏิบัติงานที่เหมาะสมเป็นสัดส่วนเฉพาะ
- ข้อ 12 ให้นายจ้างจัดให้มีการทำความสะอาดชุดทำงาน อุปกรณ์ เครื่องใช้ รวมทั้งสถานที่มีการเปรอะเปื้อนทางรังสี ภายในเวลาที่เหมาะสมและโดยวิธีการที่ปลอดภัย

หมวด 2 การควบคุมและป้องกันอันตราย (ต่อ)

- ข้อ 13 ให้นายจ้างจัดให้มีแผนป้องกันและระงับอันตรายจากรังสี ในภาวะการทำงานปกติและกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินทางรังสี/อุบัติเหตุร้ายแรง ส่งให้อธิบดีฯ ภายใน 30 วัน นอกจากนี้ ต้องมีการฝึกซ้อมตามแผนฯ อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

- ข้อ 14 กรณีที่มีการรั่วไหลของสารรังสี เกิดอัคคีภัย เหตุฉุกเฉินทางรังสี/อุบัติเหตุร้ายแรง ให้นายจ้างสั่งให้ลูกจ้างหยุดการทำงานและออกไปยังสถานที่ปลอดภัย และดำเนินการตามแผนฯ ทันที

- ข้อ 15 ให้นายจ้างเก็บรักษา เคลื่อนย้าย และขนส่งต้นกำเนิดรังสี รวมทั้งจัดการกากกัมมันตรังสีตามเงื่อนไขและวิธีการที่กำหนด

หมวด 3 เครื่องหมาย ฉลาก และสัญญาณเตือนภัย

- ข้อ 16 ให้นายจ้างจัดให้มีเครื่องหมายเตือนภัย ตามรูปแบบที่กำหนด ติดไว้ในบริเวณรังสี และสถานที่เกี่ยวข้อง
- ข้อ 17 ให้นายจ้างจัดทำฉลากที่มีเครื่องหมายและข้อความเตือนภัย ตามรูปแบบที่กำหนด ติดไว้ที่ภาชนะบรรจุ/ห่อหุ้มสารกัมมันตรังสี
- ข้อ 18 ให้นายจ้างจัดให้มีป้ายห้ามนำภาชนะหรือวัสดุที่เปรอะเปื้อน/ปนเปื้อนสารรังสี ออกไปน้อยบริเวณที่ปฏิบัติการ
- ข้อ 19 ให้นายจ้างติดตั้งสัญญาณไฟกระพริบสีแดง เพื่อเตือนภัยในบริเวณรังสีสูง

หมวด 3 เครื่องหมาย ฉลาก และสัญญาณเตือนภัย (ต่อ)

- ข้อ 20 ให้นายจ้างจัดให้มีระบบสัญญาณฉุกเฉินในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินทางรังสี โดยต้องมีลักษณะดังนี้
  - ระบบสัญญาณเสียง มีความดังไม่น้อยกว่า 100 dB(A)
  - อุปกรณ์ที่ทำให้ระบบเสียงทำงาน ต้องอยู่ที่เด่นชัดเข้าไปได้ถึงง่าย
  - สัญญานฉุกเฉิน ต้องมีเสียงแตกต่างจากเสียงที่ใช้ทั่วไป
  - มีการทดสอบระบบสัญญาณ อย่างน้อยเดือนละครั้ง

กรณีเป็นสถานพยาบาลหรือสถานที่ไม่ต้องการใช้เสียง ต้องจัดให้มีอุปกรณ์/มาตรการเตือนภัยอื่นๆ เช่น สัญญาณไฟ รหัส ที่สามารถแจ้งเหตุได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หมวด 4 การแจ้งเหตุและการรายงาน

- ข้อ 21 กรณีที่ต้นกำเนิดเกิดความเสียหาย/สูญหาย มีสารรังสีรั่วไหล หกหล่น ฟุ้งกระจาย เกิดอัคคีภัย เหตุฉุกเฉินทางรังสี อุบัติภัยร้ายแรง ที่อาจทำให้ลูกจ้างได้รับอันตราย ให้นายจ้างแจ้งเหตุต่ออธิบดีฯ ทันที
- ข้อ 22 ให้นายจ้างจัดทำรายงานเหตุการณ์ ซึ่งมีรายละเอียดทั้งหมด เสนอต่ออธิบดีฯ ภายใน 30 วัน นับแต่วันที่เกิดเหตุ
- ข้อ 23 กรณีที่มีการตาย บาดเจ็บ เกิดโรคจากการทำงานเกี่ยวกับรังสี ให้นายจ้างรายงานต่ออธิบดีฯ ภายใน 15 วัน นับแต่วันที่เกิดเหตุ
- ข้อ 24 ให้นายจ้างรายงานการปฏิบัติงานของผู้รับผิดชอบดำเนินการ ทางด้านเทคนิคเรื่องรังสี ต่ออธิบดีฯ ตามเวลาและรูปแบบที่กำหนด

หมวด 5 การคุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

- ข้อ 25 ให้นายจ้างจัดอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ซึ่งมีคุณสมบัติสามารถป้องกันหรือลดอันตรายจากรังสีเข้าสู่ร่างกาย เพื่อให้ลูกจ้างที่ทำงานกับต้นกำเนิดรังสีชนิดไม่ปิดผนึก สวมใส่ตลอดเวลาการทำงาน โดยให้เป็นไปตามสภาพและลักษณะงาน

- ข้อ 26 ให้นายจ้างปฏิบัติดังนี้
  - จัดให้มีคู่มือ/เอกสารแนะนำการใช้และการดูแลรักษาอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล รวมทั้งสาธิตให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ
  - กำหนดมาตรการหรือข้อบังคับเกี่ยวกับการใช้และการดูแลรักษาอุปกรณ์ฯ เป็นลายลักษณ์อักษร พร้อมแจ้งให้ลูกจ้างทราบ

หมวด 6 เบ็ดเตล็ด

- ข้อ 27 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างที่ทำงานเกี่ยวกับรังสี ได้รับการอบรมให้เข้าใจและทราบถึงอันตราย และวิธีการป้องกัน ก่อนเข้ารับหน้าที่ตามหลักเกณฑ์ที่อธิบดีฯ กำหนด

- ข้อ 28 ให้นายจ้างจัดทำแนวปฏิบัติ ข้อบังคับ กฎหรือระเบียบว่าด้วยความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับรังสี เพื่อให้ลูกจ้างใช้เป็นคู่มือ พร้อมทั้งปิดประกาศโดยเปิดเผย สามารถดูได้สะดวก

- ข้อ 29 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างที่ทำงานเกี่ยวกับรังสี ได้รับการตรวจสุขภาพอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง และเก็บผลการตรวจไว้ เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ตลอดเวลาทำการ

หมวด 6 เบ็ดเตล็ด (ต่อ)

- ข้อ 30 ในกรณีที่พบความผิดปกติ หรือมีการเจ็บป่วยที่เกี่ยวเนื่องจากการทำงานกับรังสีของลูกจ้าง นายจ้างต้องจัดให้ลูกจ้างนั้นๆ ได้รับการรักษาพยาบาลในทันที และเปลี่ยนงานที่เหมาะสมตามคำแนะนำแพทย์

- ข้อ 31 ให้นายจ้างเก็บหลักฐานข้อมูลปริมาณรังสีสะสมที่ลูกจ้างได้รับในแต่ละเดือน และผลการตรวจสุขภาพประจำปี ไว้ ณ สถานที่ทำงาน เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับแต่วันสิ้นสุดการจ้างงานลูกจ้างแต่ละราย ยกเว้นกรณีที่มีการฟ้องคดี ให้เก็บไว้จนกว่ามีคำพิพากษาถึงที่สุด

- ข้อ 32 กฎกระทรวงนี้ มีผลใช้บังคับเมื่อพ้น 180 วัน หลังจากประกาศในราชกิจจานุเบกษา (20 สิงหาคม 2547)

ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (เพิ่มเติม)

- ประกาศกรมฯ เรื่อง กำหนดแบบแจ้งจำนวนและปริมาณความแรงรังสีของต้นกำเนิดรังสี และแบบแจ้งการเปลี่ยนแปลงของจำนวนหรือปริมาณความแรงรังสีของต้นกำเนิดรังสี
  - แบบแจ้งจำนวนและปริมาณความแรงรังสี (แบบ ร.1-1)
    - ส่งภายใน 7 วันนับแต่วันที่ผลิตหรือมีไว้ในครอบครอง หรือนับแต่วันที่กฎกระทรวงใช้บังคับ
  - แบบแจ้งการเปลี่ยนแปลงของจำนวนและปริมาณความแรงรังสี (แบบ ร.1-2)
    - ส่งภายใน 15 วันนับแต่วันที่มีการเปลี่ยนแปลง

ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (เพิ่มเติม)

- ประกาศกรมฯ เรื่อง กำหนดแบบการจัดทำข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณรังสีสะสมที่ลูกจ้างได้รับเป็นประจำทุกเดือน
  - แบบการจัดทำข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณรังสีสะสมที่ลูกจ้างได้รับเป็นประจำทุกเดือน (แบบ ร.2)
    - เก็บไว้ให้พนักงานตรวจแรงงานตรวจสอบหรือเมื่อได้รับการร้องขอ

ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (เพิ่มเติม)

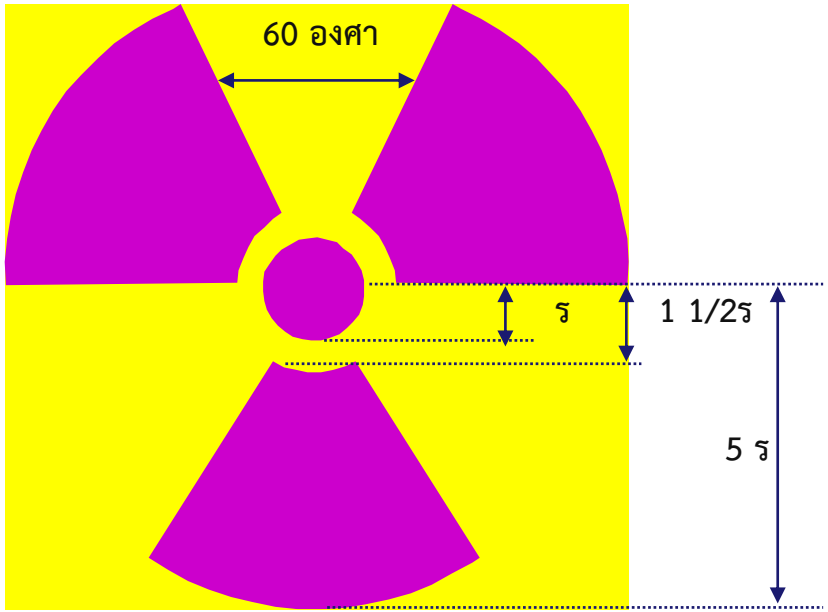
- ประกาศกรมฯ เรื่อง กำหนดแบบแจ้งชื่อและคุณสมบัติของผู้รับผิดชอบดำเนินการทางด้านเทคนิคในเรื่องรังสีและแบบแจ้งเปลี่ยนแปลงชื่อและคุณสมบัติของผู้รับผิดชอบดำเนินการทางด้านเทคนิคในเรื่องรังสี
  - แบบแจ้งชื่อและคุณสมบัติ (แบบ ร.3-1) ส่งภายใน 7 วัน
  - แบบแจ้งเปลี่ยนชื่อและคุณสมบัติ (แบบ ร.3-2) ส่งภายใน 15 วัน
- ประกาศกรมฯ เรื่อง กำหนดแบบรายงานการปฏิบัติงานของผู้รับผิดชอบดำเนินการทางด้านเทคนิคในเรื่องรังสี
  - แบบรายงานการปฏิบัติงานของ ผร. (แบบ ร.5) ส่งครั้งที่1 ภายในเดือน ก.ค.ของปีเดียวกัน และครั้งที่ 2 ภายในเดือน ม.ค.ของปีถัดไป

ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (เพิ่มเติม)

- ประกาศกรมฯ เรื่อง กำหนดแบบเครื่องหมายเตือนภัยในบริเวณรังสี บริเวณรังสีสูง บริเวณที่มีการฟุ้งกระจายของสารกัมมันตรังสี หรือ บริเวณหรือห้องใดๆ ที่มีการเก็บรักษาสารกัมมันตรังสี
  - เครื่องหมายเตือนภัยทางรังสี (แบบ ร.4) ติดตั้งไว้ในบริเวณรังสี บริเวณรังสีสูง บริเวณที่มีการฟุ้งกระจาย ฯลฯ
- ประกาศกรมฯ เรื่อง กำหนดแบบฉลากที่มีเครื่องหมายและข้อความเตือนภัยติดไว้ที่ภาชนะที่ใช้บรรจุหรือห่อหุ้มสารกัมมันตรังสี
  - ฉลากและข้อความเตือนภัยทางรังสี (แบบ ร.6) ติดบนภาชนะบรรจุหรือห่อหุ้มสารกัมมันตรังสี

แบบเครื่องหมายเตือนภัยทางรังสี

อันตราย



1. เครื่องหมาย พื้นสีเหลือง วงกลมและแฉกสีม่วงแดง (Magenta)
2. ร หมายถึง รัศมี
3. ริมขอบบนของเครื่องหมาย มีอักษร “อันตราย” ริมขอบล่างของเครื่องหมายมีอักษร “บริเวณรังสี” หรือ “วัสดุกัมมันตรังสี” อักษรเหล่านี้ใช้สีดำ ขนาดตัวอักษรเห็นได้ชัดเจน
4. เครื่องหมายนี้ให้มีขนาดเหมาะสมแก่บริเวณ หรือหีบห่อสำหรับบริเวณรังสีที่เก็บรักษาวัสดุเป็นประจำ ให้ทำแผ่นป้ายด้วยโลหะเคลือบทนความร้อนได้สูง ถ้าอยู่ภายนอกอาคารต้องทำแผ่นป้ายด้วยวัสดุที่ทนต่อสภาพอากาศ

ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (เพิ่มเติม)

- ประกาศกรมฯ เรื่อง กำหนดเงื่อนไขและวิธีการเก็บรักษา เคลื่อนย้าย ขนส่งต้นกำเนิดรังสี และการจัดการกากกัมมันตรังสี
  - ให้นายจ้างจัดสถานที่เก็บต้นกำเนิดรังสีแยกจากบริเวณที่เสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยและการโจรกรรม
  - จัดทำเครื่องหมายเตือนภัย ติดไว้ในบริเวณที่เก็บรักษา เคลื่อนย้าย ขนส่งต้นกำเนิดรังสีและบริเวณที่มีการจัดการกาก
  - ควบคุมดูแลลูกจ้างที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเข้าไปในบริเวณที่เก็บต้นกำเนิดและที่มีการจัดการกาก
  - จัดให้ลูกจ้างที่ปฏิบัติงานเคลื่อนย้ายหรือขนส่งต้นกำเนิดรังสีทราบถึงวิธีการและขั้นตอน รวมทั้งอันตรายและการป้องกัน

ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (เพิ่มเติม)

- จัดทำแผนป้องกันและระงับอันตรายจากเหตุฉุกเฉินทางรังสี ขณะทำการเคลื่อนย้ายหรือขนส่งต้นกำเนินรังสี โดยนำแผนฯ ติดไว้กับต้นกำเนิดรังสีให้เห็นได้ชัดเจน
- ให้ทำการแยกประเภทกากกัมมันตรังสีที่เป็นวัสดุหรือของเสียรูปแบบต่างๆ และให้บรรจุในภาชนะสำหรับเก็บกากกัมมันตรังสีโดยเฉพาะ
- ให้จัดทำฉลากที่มีเครื่องหมายเตือนภัย และข้อความที่แสดงปริมาณกากกัมมันตรังสี ชนิด ความแรง ติดไว้บนภาชนะที่บรรจุกาก
- การเก็บรักษา เคลื่อนย้าย ขนส่งต้นกำเนิดรังสีและจัดการกากกัมมันตรังสีที่ไม่ได้กำหนดไว้ ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติกำหนด

ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (เพิ่มเติม)

- ประกาศกรมฯ เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการอบรมความปลอดภัยในการทำงานในการป้องกันอันตรายจากรังสี
  - ให้ผู้รับผิดชอบดำเนินการทางด้านเทคนิคในเรื่องรังสี เป็นผู้อบรมลูกจ้างที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสี เนื้อหาวิชาประกอบด้วย
    - ความหมาย ชนิด ประเภทของรังสี
    - กฎหมายความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับรังสีชนิดก่อไอออน
    - การป้องกันอันตรายจากรังสี
    - การประเมินสภาพงานและการเตรียมความพร้อมในการทำงานในพื้นที่ควบคุม
    - วิธีการปฏิบัติงานในบริเวณรังสี
    - อันตรายที่อาจได้รับในกรณีฉุกเฉินและวิธีการหลีกหนีภัย
    - กฎและข้อปฏิบัติในการทำงานเกี่ยวกับรังสี

ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (เพิ่มเติม)

- ป้าย เครื่องหมาย/ข้อความเตือนภัยเกี่ยวกับรังสี
- การใช้อุปกรณ์บันทึกปริมาณรังสีประจำตัวบุคคล
- การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

- ให้นายจ้างจัดการอบรมภาคทฤษฎี โดยการบรรยาย สาธิตและฝึกปฏิบัติ ซึ่งมีระยะเวลารวมกันไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง
- ให้นายจ้างจัดทำทะเบียนรายชื่อลูกจ้างที่ผ่านการอบรม เพื่อให้พนักงานตรวจแรงงานตรวจสอบ
- ให้นายจ้างจัดให้มีการทบทวนความรู้แก่ลูกจ้างอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง หรือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนหรือปริมาณความแรงรังสี

กฎหมายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

- พรบ. พลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ พ.ศ. 2559
  - มีเจตนารมณ์เพื่อควบคุมการใช้สารกัมมันตรังสีให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและปลอดภัย สอดคล้องกับแนวปฏิบัติตามมาตรฐานสากลในการควบคุมและป้องกันอันตรายจากรังสี
- กฎกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ พ.ศ. 2546
  - กำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการจัดการกากกัมมันตรังสี
- กฎกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ พ.ศ. 2550
  - กำหนดเงื่อนไข วิธีการขอรับใบอนุญาต และการดำเนินการเกี่ยวกับวัสดุนิวเคลียร์พิเศษ วัสดุต้นกำลัง วัสดุพลอยได้ หรือพลังงานปรมาณู

กฎหมายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

- พรบ. วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535
  - กฎระเบียบและข้อกำหนดในการขนส่งสารกัมมันตรังสี
- ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง หน้าที่ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานที่มีการใช้สารรังสี พ.ศ. 2535
  - กำหนดมาตรการที่ต้องดำเนินการตั้งแต่การนำเข้า การจัดการเกี่ยวกับโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับสารกัมมันตรังสี
- ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การรายงานข้อมูลเกี่ยวกับชนิด จำนวน แหล่งที่มา วิธีใช้และการเก็บรักษาสารกัมมันตรังสี พ.ศ. 2542
  - กำหนดการจัดทำรายงานข้อมูลแจ้งต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรม