

Summary Industrial Hygiene

หน่วยที่ 5 : การประเมินและความคุมอันตรายจากรังสีชนิดที่ก่อให้เกิดการแตกตัวและ

รังสีชนิดที่ไม่ก่อให้เกิดการแตกตัว

1 รังสีคืออะไร และเหตุใดต้นกำเนิดรังสีจึงเกิดการสลายตัว

- รังสี คือ พลังงานที่แผ่ออกมาจากต้นกำเนิดในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสงสว่าง อัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา รังสีคอสมิก และในลักษณะอนุภาค เช่น แอลฟา เบตา และนิวตรอน นิวเคลียสต้นกำเนิดรังสีจะไม่เสถียรเนื่องจากอัตราส่วนจำนวนนิวตรอนต่อโปรตอนภายในนิวเคลียสมีค่ามากหรือน้อยเกินไป และจะสลายตัวโดยการแผ่รังสีเพื่อปรับตัวให้อยู่ในภาวะสมดุลเพิ่มขึ้น
- ต้นกำเนิดรังสีสลายตัวเนื่องจากความไม่สมดุลของแรงผลักดันในนิวเคลียส อันเนื่องมาจากอัตราส่วนนิวตรอนต่อโปรตอนภายในนิวเคลียสมีค่ามากหรือน้อยเกินไป จึงเกิดการเปลี่ยนภายในนิวเคลียสโดยการแผ่รังสี เพื่อลดระดับภายในนิวเคลียส และเพื่ออัตราส่วนจำนวนนิวตรอนต่อโปรตอนภายในนิวเคลียสให้เหมาะสม

2 เครื่องหมายทางรังสี

- เครื่องหมายทางรังสีเป็นลักษณะรูปใบพัดสามแฉกสีม่วงแดงบนพื้นเหลือง เพื่อบอกว่าบริเวณนั้นมีรังสีหรือมีวัสดุกัมมันตภาพรังสีถ้าเป็นฉลากปิดภายนอกหีบห่อบรรจุวัสดุกัมมันตภาพรังสีขณะขนส่งจะเป็นรูปใบพัดสามแฉกสีดำ บนพื้นสีขาวและบนพื้นสีเหลืองซึ่งใช้จำแนกตามระดับรังสีบนพื้นผิวภายนอกหีบห่อ และคำดัชนีการขนส่ง Ti

คำดัชนีการขนส่ง (หรือระดับรังสีที่ระยะห่างจากหีบห่อ 1 เมตร) เป็นป้ายขนาด 10 x 10 cm.

- 1.ระดับ1 มีฉลากสีขาว เครื่องหมายรังสีเป็นสีดำ แถบสีแดง 1 แถบ พื้นผิวด้านนอกมีระดับรังสีไม่เกิน 0.5 มิลลิเรมต่อชั่วโมง มีค่า Ti เท่ากับ 0
- 2.ระดับ2 มีฉลากสีขาว เครื่องหมายรังสีเป็นสีดำ แถบสีแดง 2 แถบ พื้นผิวด้านนอกมีระดับรังสีมากกว่า50 มิลลิเรมต่อชั่วโมง มีค่า Ti เท่ากับ 0 - 1
- 3.ระดับ3 มีฉลากสีขาว เครื่องหมายรังสีเป็นสีดำแถบสีแดง 3 แถบพื้นผิวด้านนอกมีระดับรังสีไม่เกิน 200 มิลลิเรมท์เกินต่อชั่วโมง มีค่า Ti เท่ากับ 1 - 10

3 หน่วยวัดปริมาณรังสีที่ก่อให้เกิดการแตกตัว 4 หน่วย คือ

- 1.หน่วยวัดความแรงรังสี Activity or Source strenght , **A** เป็นหน่วยที่ใช้วัดขนาดหรือปริมาณของต้นกำเนิดรังสี คิดจากอัตราการสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสี มีหน่วยเป็น **Curie (Ci)** , **Rutherford** , **Becquerel** (**Bq**)
- 2.หน่วยวัดปริมาณรังสีในอากาศ exposure dose , **X** เป็นหน่วยที่ใช้วัดการแผ่รังสีแกมมาหรือรังสีเอกซ์ในอากาศ คิดจากปริมาณรังสีที่ทำให้อากาศเกิดการแตกตัวเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบต่อมวลของอากาศ มีหน่วยเป็น **เรินท์เกน** Roentgen , **R** หรือเอกซ์โพเชอร์ยูนิต **X** exposure unit , **X** (มิลลิอากาศคือ ปริมาณอากาศ 1 ซีซี ที่ 0 ซี⁰ความดัน 760 มม.ปรอท)
- 3.หน่วยวัดปริมาณรังสีที่ถูกดูดกลืน Absorbed dose , **D** เป็นหน่วยวัดปริมาณรังสีที่ถ่ายเทพลังงานให้แก่วัตถุหรือตัวกลาง มีหน่วยเป็นเรด (rad = radiation absorbed dose) หรือ เกรย์ Gray
- 4.หน่วยวัดปริมาณรังสีเทียบเท่า Dose equivalent , **H** เป็นหน่วยวัดปริมาณรังสีที่มนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตได้รับ โดยคำนึงถึงผลเสียหายทางชีวอันเกิดจากรังสีแต่ละชนิดเมื่อเทียบกับรังสีเอกซ์ เพื่อประเมินอันตรายจากรังสี

4 หน่วยวัดปริมาณรังสีที่ไม่ก่อให้เกิดการแตกตัว

เป็นหน่วยที่ใช้วัดกำลังของรังสีในแถบพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ชื่อเรียกว่า เรดิโอเมตริก มีหน่วยเป็นวัตต์หรือวัตต์ต่อพ.ท.

5 ชนิดของรังสีที่เกิดอันตรายกับสสาร

- 1.รังสีที่ก่อให้เกิดการแตกตัว ได้แก่ รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา รังสีคอสมิก อนุภาคแอลฟา อนุภาคเบตา และอนุภาคนิวตรอน
 - 1.1.รังสีที่ก่อให้เกิดการแตกตัวโดยตรง ได้แก่อนุภาคที่มีประจุ เช่น แอลฟา เบตา คอสมิก
 - 1.2.รังสีที่ก่อให้เกิดการแตกตัวทางอ้อม ได้แก่อนุภาคที่ไม่มีประจุ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงไม่สามารถทำให้อนุภาคแตกตัวได้โดยตรง เช่น รังสีแกมมา รังสีเอกซ์ นิวตรอน
- 2.รังสีที่ไม่ก่อให้เกิดการแตกตัว เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแต่มีความถี่ต่ำกว่า ไม่สามารถทำให้อากาศหรือตัวกลางแตกตัวได้ ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสงสว่าง เลเซอร์ อัลตราไวโอเล็ต

6 แหล่งรังสี

- 1.รังสีจากธรรมชาติ (67.6%)เช่น รังสีคอสมิก ไอโซโทป รังสีที่มีอยู่ตามธรรมชาติบนพื้นโลกและในอากาศ รวมถึงแสงแดด สารกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติจะมีค่า half life ยาวมาก ความเข้มข้นของรังสีคอสมิกจะขึ้นกับสนามแม่เหล็กโลก จะมากเมื่อเข้าใกล้ขั้วโลกและเส้นรุ้งเหนือ และความเข้มข้นจะลดลงเมื่อผ่านชั้นบรรยากาศนั้นคือมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความกดอากาศ
 - 2.รังสีที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น (32.4%) เช่น รังสีเอกซ์ นิวตรอน รวมทั้งปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่างๆ
- รังสีเอกซ์ ใช้ประโยชน์ด้านการแพทย์และอุตสาหกรรม อาศัยความต่างศักย์ระหว่างขั้วบวกและลบทำให้อิเลคตรอนวิ่งด้วยความเร็วสูงเข้าชนและแทนที่อิเลคตรอนในวงครจร อิเลคตรอนที่วิ่งเข้าแทนที่จะคายพลังงานส่วนเกินออกมาต่อเนื่องในรูปรังสีเอกซ์

7 - ในปีค.ศ.1895 วิลเลียม คอนราด นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ค้นพบรังสีเอกซ์

- สารประกอบของเรเดียมที่ไซเชียนหน้าปัดนาฬิกาให้เรืองแสงในที่มืด เป็นสาเหตุให้เกิดมะเร็งในกระดูกและมะเร็งเม็ดโลหิตขาว
- เหมืองแร่ที่มีแร่เรเดียมปนอยู่ทำให้เกิดโรคหลอดเลือดอักเสบเนื่องจากสูดหายใจเอาก๊าซเรดอน(Radon) ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของเรเดียมเข้าไป
- องค์การนานาชาติที่จัดตั้งขึ้นมาเพื่อดูแลความปลอดภัยในการใช้รังสี คือ International Commission on Radiological Protection (**ICRP**) และ International Atomic Energy Agency (**IAEA**)

8 ความหมาย

- รังสี Radiation พลังงานที่แผ่ออกมาจากต้นกำเนิดในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสงสว่างอัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา รังสีคอสมิก และในลักษณะอนุภาค เช่น แอลฟา เบตา และนิวตรอน

- นิวไคลด์ Nuclide คือสัญลักษณ์ทางนิวเคลียร์แสดงจำนวนโปรตอน(เลขอะตอม)และผลรวมของโปรตอนกับนิวตรอน (เลขมวล)
- ไอโซโทป Isotope คือ นิวไคลด์ที่มีเลขอะตอมเท่ากันแต่มีเลขมวลต่างกัน

$${}^1_1\text{H} \quad {}^2_1\text{H} \quad {}^3_1\text{H}$$
- ไอโซโทปรังสี Radioisotope คือไอโซโทปที่ไม่เสถียรเนื่องจากแรงผลักดันในนิวเคลียส จึงปล่อยพลังงานส่วนเกินออกมาในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและอนุภาคพลังงานสูงเพื่อให้นิวเคลียสมีความเสถียรเพิ่มขึ้น
- สารกัมมันตภาพรังสี Radioactive material คือ ค่าใช้เรียกสารประกอบที่มีไอโซโทปเป็นองค์ประกอบ
- ค่าครึ่งชีวิต Half life คือเวลาที่สารกัมมันตภาพรังสีที่ใช้ไปในการสลายตัวจนลดปริมาณลงเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณเริ่มต้น ใช้สัญลักษณ์คือ $T_{1/2}$ เช่น ฟอสฟอรัส-32 มีค่า $T_{1/2}$ เท่ากับ 14.3 วัน นั่นคือหลังจาก 14.3 วันความแรงของรังสีฟอสฟอรัสจะลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของรังสีเริ่มต้น
- ความแรงรังสี Activity คือ ปริมาณหรือขนาดของต้นกำเนิดรังสีซึ่งคิดในเทอมของอัตราในการสลายตัวของสารกัมมันตภาพรังสี
- ตัวกลาง Medium คือตัวกลางใดใดเช่น น้ำ อากาศ ผิวหนัง เซลล์ เนื้อเยื่อ ซึ่งจะเกิดอันตรกิริยา(Interactive)กับรังสีที่วิ่งผ่าน

9 วิธีการสลายตัวของเรดิโอไอโซโทป

เป็นการเปลี่ยนแปลงอนุภาคและระดับพลังงานภายในนิวเคลียสของไอโซโทปที่ไม่เสถียรโดยการแผ่รังสีเพื่อให้ได้ไอโซโทปที่เสถียรขึ้น รังสีเหล่านี้ได้แก่

อนุภาคแอลฟา Alpha Emission เป็นอนุภาคหนักมีมวลเท่ากับ 4 หรือ 4 เท่าของโปรตอน และมีประจุไฟฟ้าบวกสอง เกิดจากการสลายตัวของนิวเคลียสของไอโซโทปที่มีอัตราส่วนของนิวตรอนต่อโปรตอนมีค่าต่ำ ถ้ารังสีนี้อยู่ภายนอกจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย แต่ถ้าต้นกำเนิดอยู่ภายในร่างกายจะถ่ายเทพลังงานทำลายเนื้อเยื่อโดยตรง อนุภาคในการทะลุทะลวงต่ำ อนุภาคเบตาเป็นอนุภาคเบาที่มีมวลเท่ากับอิเล็กตรอนและมีประจุลบหนึ่ง เกิดจากการสลายตัวของไอโซโทปที่มีจำนวนนิวตรอนในนิวเคลียสมากเกินไป

อนุภาคโพซิตรอน เป็นอนุภาคเบาที่มีมวลเท่ากับอิเล็กตรอนและมีประจุบวกหนึ่ง เกิดจากการสลายตัวของไอโซโทปที่มีจำนวนโปรตรอนในนิวเคลียสมากเกินไป

นิวตรอนเป็นอนุภาคที่มีมวลใกล้เคียงกับโปรตอน แต่เป็นกลางทางไฟฟ้า ไม่มีประจุ มีอำนาจในการทะลุทะลวงสูง รังสีแกมมาและรังสีเอกซ์ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีพลังงานสูง เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานของนิวเคลียส และจากการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานของอิเล็กตรอนในวงโคจรตามลำดับ รังสีแกมมาและรังสีเอกซ์เป็นผลซึ่งเกิดตามมาจากการสลายตัว เมื่อมีการปลดปล่อยอนุภาคจากในนิวเคลียส

10 รังสีชนิดก่อให้เกิดการแตกตัวผ่านตัวกลางใดใดจะเกิดอันตรกิริยา (Interactive) ดังนี้

- 1.อันตรกิริยาเกิดการแตกตัว Ionization
- 2.อันตรกิริยาเอกซ์ไซเทชัน Excitation(กระตุ้น) การถ่ายเทพลังงานให้ตัวกลางนั้นๆ เกิดโฟโตอิเล็กตริกเอฟเฟคต์ คอมพัตตันเอฟเฟคต์ และแฟร์โรพรอคชัน หรือทำให้เกิดไอโซโทปใหม่

11 ผลกระทบของรังสีที่ก่อให้เกิดการแตกตัวที่มีต่อสิ่งมีชีวิตนั้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นภายในเซลล์มากขึ้นกับ

- 1.ปริมาณรังสีที่ได้รับ
- 2.อัตราการได้รับรังสี เช่นรับรังสีต่อครั้งต่อเวลานานเท่ากับ 3 Sv อาจมีผลมากกว่ารับหลายๆครั้งไม่นานรวม 3 Sv เท่ากัน
- 3.ชนิดและพลังงานของรังสี
- 4.ชนิดของสารกัมมันตภาพรังสี เช่น เบตา แกมมา หรือทั้งสองชนิด บางชนิดละลายได้ในตัวกลางที่เป็นองค์ประกอบของร่างกาย
- 5.ความไวต่อรังสีของอวัยวะ บางชนิดจะเกาะติด/สะสมในบางอวัยวะของร่างกายมาก ทำให้ส่วนนั้นๆถูกทำลายมาก

12 ลักษณะของผลกระทบของรังสีที่ก่อให้เกิดการแตกตัวที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

1.ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับส่วนของร่างกาย Somatic effect

จะเกิดผลกับส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายเท่านั้นเช่น โลหิต ไชกระดูก

1.1.ผลที่เกิดเมื่อได้รับรังสีทั้งร่างกาย

- ขนาดรังสีอย่างอ่อน 0 - 0.05 Sv (0 - 50 rems) ไม่มีผลในระยะสั้น - ยาว หรืออาจมีบ้างในระยะยาวแต่น้อยมาก
- ขนาดรังสีปานกลาง 1 Sv (100 rems) คลื่นไส้ เพลีย อาจอาเจียน ถ้ามากกว่า 1.25Sv อาจพบการเปลี่ยนแปลงทางโลหิต ต้องใช้เวลาคืนสภาพเดิมนาน อายุสั้น

2 Sv (200 rems) คลื่นไส้ อาเจียนใน 24 ชม. มีอาการแผลง ผมร่วง เบื่ออาหาร เจ็บคอ ท้องเดินอาจตายได้ใน 2-6 อาทิตย์ ถ้าสุขภาพแข็งแรงอาจเป็นปกติได้

4 Sv (400 rems) คลื่นไส้ อาเจียน ผมร่วง เบื่ออาหาร โลหิตออกจุมก มีไข้ ท้องเดิน ปากคอบวมแดง โอกาสตาย 50% ชีตผอม

6 Sv (600 rems) คลื่นไส้ อาเจียนภายใน 1-2ชม.เบื่ออาหาร โลหิตออกจุมก มีไข้ ท้องเดิน ปากคอบวมแดง ตายหมดหลัง 2 อาทิตย์

1.2.ผลที่เกิดตามมาอย่างช้าหลังได้รับรังสีสูงเพียงครั้งเดียวหรือได้รับแบบเรื้อรัง

- ผิวหนังเป็นแผลหรือมะเร็งเรื้อรัง เกิดต่อกระดูกที่เลนซ์ตา เกิดมะเร็งโลหิตขาวหลายชนิดเพิ่มมากขึ้นผิดปกติ เม็ดโลหิตแดงไม่อาจผลิตได้เนื่องจากไขกระดูกถูกรังสีทำลาย เกิดมะเร็งปอดจากการหายใจเอารังสีเข้า

2.ผลกระทบที่เกิดขึ้นในทางกรรมพันธุ์ที่จะถ่ายทอดสู่ลูกหลาน Hereditary effect

เป็นผลของรังสีที่ทำลายที่เซลล์ระบบสืบพันธุ์ เกิดการกลายพันธุ์ทางพันธุกรรมของยีนด้วย genetic mutation

13 ขีดจำกัดพื้นฐานเพื่อความปลอดภัยของการทำงานเกี่ยวกับรังสีชนิดที่ก่อให้เกิดการแตกตัวแบ่งเป็น 2 ประเภท

ขีดจำกัดพื้นฐานตามมาตรฐาน ICRP (กำหนดให้ไม่เกิน 50 mSv หรือ 0.05Sv ต่อปี) คือ

- 1.ประชาชนทั่วไป ให้ขีดจำกัดทั่วร่างกายมีค่า 5 mSv (0.005 Sv) ต่อปี
 - 2.ผู้ใหญ่ที่ปฏิบัติงานทางรังสี ให้ขีดจำกัดทั่วร่างกายมีค่า 50 mSv (0.05 Sv) ต่อปี
- สำหรับการทำงานให้ยึดหลัก ALARA (As low as reasonably achievable) คือ

- 1.Stochastic effects จะคำนึงถึงผลที่จะเกิดมากกว่าความรุนแรงของผลนั้น เช่น เกิดมะเร็ง เพื่อป้องกันจึงกำหนดให้ไม่เกิน

50 mSv หรือ 5 rem ต่อปี ไม่มีขีดจำกัดของความปลอดภัยจากความเสี่ยงอันตราย

2. Non-Stochastic effects จะคำนึงถึงความรุนแรงของผล ซึ่งเป็นปริมาณโดยตรงกับปริมาณรังสีที่ได้รับ จึงมีขีดของความปลอดภัยกำหนดไว้ จึงกำหนดให้ไม่เกิน 0.5 Sv หรือ 50 rem ต่อปี

1 rem = 0.01 Sv = 10 mSv

สำหรับขีดจำกัดของสารเคมีแต่ละชนิดจะมีตารางบอกเช่น

ALI = Annual Limit on Intake ขีดจำกัดที่ได้รับรังสีเข้าสู่ร่างกายในหนึ่งปี (Bq) ที่เข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจและทางปาก

DAC = Derived AIR Concentration ค่าความเข้มข้นของสารกัมมันตภาพรังสีในอากาศ (Bq/m³) ที่เข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจ

14 เนื่องจากรังสีมองไม่เห็นไม่มีสี-กลิ่น-รส ต้องใช้เครื่องมือที่ช่วยประเมินอันตรายจากรังสีที่ก่อให้เกิดการแตกตัว เช่น

1. เครื่องสำรวจรังสี ใช้แบดเดอริ เคลื่อนย้ายสะดวก

2. เครื่องบันทึกรังสีประจำตัวบุคคลชนิดฟิล์มแบคจ์ เครื่องบันทึกรังสีประจำตัวบุคคลชนิดเสียขดเคาะ TLD สำหรับประเมินคนรายปี

3. เครื่องวัดรังสีประจำที่

4. เครื่องดูดอากาศเพื่อวัดฝุ่นกัมมันตภาพรังสีที่ฟุ้งในอากาศ

15 หลักการควบคุมอันตรายจากรังสีที่ก่อให้เกิดการแตกตัว

1. กรณีต้นกำเนิดอยู่ภายนอกร่างกาย

1.1. เวลา เมื่อทำงานกับรังสีน้อย จะได้รับรังสีน้อย

$$\text{เวลาที่อนุญาตให้ทำ} = \frac{\text{ขนาดรังสีสูงสุดที่ให้ทำงานได้}}{\text{อัตราการรับรังสีที่เครื่องวัดได้}}$$

1.2. ระยะทาง เมื่ออยู่ไกลจะได้รับมากกว่าอยู่ใกล้

$$D_1 r_1^2 = D_2 r_2^2$$

D₁ = เป็นอัตราการรับรังสี ที่ระยะห่างจากต้นกำเนิดรังสี r₁

D₂ = เป็นอัตราการรับรังสี ที่ระยะห่างจากต้นกำเนิดรังสี r₂

1.3. เครื่องกำบังรังสี สำหรับความจำเป็นที่ต้องทำตาม 2 ข้อข้างต้นเพื่อให้ได้งานมีประสิทธิภาพตามเป้าหมาย เครื่องกำบังรังสี ขึ้นกับชนิดของรังสี เช่นรังสีแกมมาและรังสีเอกซ์นิยมใช้ ตะกั่วและคอนกรีต เครื่องกำบังควรมีเลขมวลต่างๆเพื่อป้องกันการเกิดรังสี secondary X-ray

16 ผลกระทบของรังสีชนิดที่ไม่ทำให้เกิดการแตกตัวที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

ขึ้นกับความยาวคลื่น ตำแหน่งที่ถูกรังสี ความถี่ ระดับความเข้มหรือความแรงของรังสี เวลาที่ได้รับรังสี ซึ่งผลของความเสียหายได้จากการทดลองกับสัตว์ทดลองและจากประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจริงกับมนุษย์ โดยเฉพาะที่มีการพัฒนาใช้กันมากคือ ไมโครเวฟ และเลเซอร์ (อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สื่อสาร การแพทย์ เป้าแก้ว)

1. ผลกระทบทางชีววิทยาของรังสีอัลตราไวโอเล็ต ความเสียหายขึ้นกับความยาวคลื่นของแสงและเนื้อเยื่อที่ถูกฉายแสง

โดยเฉพาะช่วงความยาวคลื่น 290 - 320 นาโนเมตรเป็นตัวก่อให้เกิดมะเร็งและมีมากจากรังสีดวงอาทิตย์ และมะเร็งผิวหนังจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าทุกๆ 8 - 10 องศาละติจูดที่เข้าใกล้เส้นศูนย์สูตร latitude ของโลก

2. ผลกระทบของเลเซอร์ จะมีผลต่อตาและผิวหนัง ขึ้นกับความยาวคลื่นแสงและคุณสมบัติการดูดกลืนพลังงานของเนื้อเยื่อตา - ผลกระทบต่อผิวหนัง เมื่อได้รับรังสีอย่างรุนแรงและเจ็บปวดจะเกิดการไหม้เหมือนโดนไฟไหม้เนื่องจากเนื้อเยื่อผิวหนังเป็นตัวนำความร้อนที่เลวไม่สามารถกระจายความร้อนได้อย่างรวดเร็วทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น เนื้อเยื่อโปรตีนจะบิดไปจากลักษณะเดิม หากพลังงานถูกดูดกลืนมากพอที่จะให้น้ำในเนื้อเยื่อเกิดการระเหย ตัวเนื้อเยื่อจะเกิดการร้อนแดงไหม้

3. ผลกระทบทางชีววิทยาของไมโครเวฟ

Thermal effect คือการได้รับรังสีมากกว่า 10 mW/cm²

Non-Thermal effect คือการได้รับรังสีน้อยกว่า 10 mW/cm²

จากการทดลองรังสีไมโครเวฟช่วง 200 -24,000 MHz ทำให้ตายได้ การความเข้มของการแผ่รังสีไมโครเวฟทำให้ร่างกายสูงขึ้น 8 - 10 C⁰ และจะทำให้เสียชีวิตได้

รังสีไมโครเวฟจะก่อให้เกิดบาดแผลและนำไปสู่การเกิดต่อกระดูก อันตะจะมีผลกระทบจากอุณหภูมิมากเนื่องจากอุณหภูมิจะน้อยกว่าร่างกายอยู่ 2 ช⁰ ที่อุณหภูมิปกติของร่างกาย 37 ช⁰ ถ้าอุณหภูมิอันตะเพิ่มขึ้นเป็น 37 ช⁰ การสร้าง sperm จะลดลงเนื่องจากความเสื่อมของเยื่อหุ้มของหลอดเล็กในอันตะที่มีหน้าที่สร้างอสุจิ

17 ขีดจำกัดเพื่อความปลอดภัยจากเลเซอร์และไมโครเวฟ เกิดจากการผลักดัน 2 กลุ่ม

The Department of Health and Health Service ผ่านหน่วยงาน The Bureau of Radiological Health (BRH) และ The Department of Labor (DOL) ผ่านหน่วยงาน The Occupational Safety and Health Administration (OSHA)

โดยที่ BRH ออกกฎเกณฑ์สำหรับโรงงานผู้ผลิตโดยเฉพาะ

ขีดจำกัดเพื่อความปลอดภัยจากเลเซอร์

- 1 ไมโครวัตต์ต่อตารางซม. สำหรับการจ้องมองโดยตรง direct staring

- 1 มิลลิวัตต์ต่อตารางซม. สำหรับการสังเกตแบบธรรมดา incidental observing

- 2.5 วัตต์ต่อตารางซม. สำหรับรังสีหรือแสงสะท้อน diffuse reflected light

ขีดจำกัดเพื่อความปลอดภัยจากไมโครเวฟ

1. ของ OSHA กำหนดค่าระดับไวสูงสุดที่ 10 mW/cm² สำหรับความถี่ 10 MHz - 100 GHz โดยมีค่าเฉลี่ยทำงานได้ไม่เกิน 6 ชม.

2. ข้อกำหนดของ BRH กำหนดมาตรฐานการรั่วของรังสีออกจากเตาไมโครเวฟไวสูงสุดไม่เกิน

- 1 mW/cm² ที่ระยะ 5 ซม. จากเตาสำหรับการผลิตจากโรงงาน

- 5 mW/cm² ที่ระยะ 5 ซม. จากเตาตลอดอายุใช้งาน
- 3. ของประเทศโปแลนด์กำหนดค่าระดับไวสูงสุดที่ 200 μW/cm² สำหรับการได้รับรังสีต่อเนื่อง 10 ชม. ทำงานต่อวัน
- 4. ของประเทศรัสเซียกำหนดค่าระดับไวสูงสุดที่
 - 10 μW/cm² สำหรับการได้รับรังสีต่อเนื่อง
 - 100 μW/cm² สำหรับการได้รับรังสีต่อเนื่อง 2 ชม. ทำงานต่อวัน
 - 1000 μW/cm² สำหรับการได้รับรังสีไม่เกิน 20 นาทีทำงานต่อวัน

ขีดจำกัดเพื่อความปลอดภัยจากรังสีอุลตราไวโอเล็ต

- สำหรับรังสีช่วงความยาวคลื่น 320 - 400 นาโนเมตร สำหรับผิวหนังและตาที่ไม่ได้รับการป้องกันต้องได้รับรังสีอุลตราฯไม่เกิน
- 1 mW/cm² สำหรับการได้รับรังสีนานกว่า 1000 วินาที
 - 1 Joule/cm² สำหรับการได้รับรังสีนานกว่า 1000 วินาที