บทที่ ๑

บทนำ

ปัจจุบันได้มีการนำเอารังสีและสารรังสีมาใช้เป็นประโยชน์อย่างมากมาย ทั้งในด้านการแพทย์, การอุตสาหกรรม, การสำรวจ, การวิจัย เป็นต้น รังสีที่มนุษย์นำมาใช้เป็นประโยชน์ เช่น

ก. รังสีแอลฟาหรืออนุภาคแอลฟา (Alpha particle)

ข. รังสีเบตาหรืออนุภาคเบตา (Beta particle)

ค. รังสีเอกซ์ (X-rays)

ง. รังสีแกมมา (Gamma-rays)

ฯลฯ

รังสีเมื่อมีประโยชน์ย่อมจะมีโทษเนื่องจากรังสีมีอำนาจในการทะลุทะลวงผ่านวัตถุที่ขวางทางได้ รังสีจะมีอำนาจในการทะลุทะลวงมากน้อยเพียงใด ย่อมขึ้นอยู่กับชนิดและพลังงานของรังสีนั้น ในประเทศไทยรังสีที่ใช้ส่วนใหญ่ในทางการแพทย์จะเป็นรังสีเอกซ์และรังสีแกมมา รังสีทั้งสองชนิดนี้มีอำนาจในการทะลุทะลวงสูง เนื่องจากไม่มีมวลและเคลื่อนที่ในลักษณะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อรังสีเคลื่อนผ่านวัตถุก็จะคายพลังงานให้แก่วัตถุนั้นเป็นบางส่วน ถ้าวัตถุนั้นเป็นร่างกายมนุษย์หรือสัตว์ ซึ่งประกอบไปด้วยเซลล์ต่าง ๆ มากมาย เมื่อรังสีผ่านเซลล์ ๆ จะถูกทำลายเนื่องจากรังสีคายพลังงานให้แก่เซลล์นั้น ซึ่งอาจทำให้เซลล์พิการหรือตายได้ การเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์จะเปลี่ยนแปลงไปในทางที่เลวลงเป็นส่วนใหญ่ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงปริมาณรังสีที่มนุษย์ได้รับทั้งรังสีปฐมภูมิ (Primary radiation) และรังสีสะท้อน (Scattered radiation)

ปัจจุบันการนำรังสีมาใช้ให้เป็นประโยชน์ในประเทศไทย ส่วนใหญ่จะใช้รังสีในทางการแพทย์ โดยใช้รังสีในการวินิจฉัย (Diagnosis) และรักษาโรค

(Therapy) สำหรับการใช้รังสีในการรักษานั้นจำเป็นต้องใช้รังสีปริมาณมาก เช่น ในการรักษาโรคมะเร็งด้วยรังสีแกมมาจากโคบอลท์ - ๖๐ ซึ่งให้รังสีแกมมาที่มีพลังงาน ๑.๑๗ MeV และ ๑.๓๓ MeV พลังงานขนาดนี้มีอำนาจในการทะลุทะลวงสูง เพราะฉะนั้นจึงต้องสร้างห้องที่มิดชิดในการใช้รังสีเพื่อรักษาคนไข้ และต้องมีการป้องกันอันตรายให้แก่เจ้าหน้าที่ที่ทำงานอยู่ และบุคคลที่อยู่ในบริเวณข้างเคียง โดยจะทำเป็นห้องที่มีผนังเพดานและฝาห้องทั้งสี่ด้านเป็นคอนกรีตทึบ ผนังทั้งสี่ด้านจะเป็นคอนกรีตที่มีความหนามาก ประตูทางเข้าออกจะบุด้วยแผ่นตะกั่ว การสร้างห้องโคบอลท์นี้ความหนาของคอนกรีตและตะกั่วที่ใช้บุประตูสามารถหาได้จากการคำนวณ ซึ่งส่วนมากนักฟิสิกส์สุขภาพ (Health Physicist) จะเป็นผู้คำนวณ ซึ่งบางครั้งต้องคำนวณความหนาของคอนกรีตเผื่อไว้ ทั้งนี้เพื่อให้ปลอดภัยจริง ๆ ซึ่งบางทีก็มากเกินพอ ทำให้สิ้นเปลืองในการก่อสร้างมาก การทดลองนี้จะช่วยให้ทราบปริมาณรังสีที่กระจายอยู่ภายในห้องโคบอลท์ และสามารถหาความหนาของผนังคอนกรีตที่พอดี โดยเจ้าหน้าที่ห้องโคบอลท์และผู้อยู่ใกล้เคียงไม่ได้รับอันตราย

๑.๑ <u>วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย</u>

เนื่องจากในเวลานี้การรักษาโรคมะเร็งด้วยรังสีแกมมาจากโคบอลท์-๖๐ มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในประเทศไทยมีการติดตั้งเครื่องโคบอลท์-๖๐ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ห้องโคบอลท์-๖๐ ที่สร้างขึ้นจึงต้องมีการป้องกันที่เพียงพอ ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาลักษณะและทิศทางการสะท้อนของรังสีขณะทำการรักษาคนไข้ ว่าจะมีรังสีสะท้อนไปถึงในทิศทาง, มุม และระยะทางต่าง ๆ เป็นจำนวนเท่าใด เพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการออกแบบและคำนวณความหนาของผนังห้องที่จะติดตั้งเครื่องโคบอลท์-๖๐ ในที่ที่เหมาะสม เพื่อให้มีประสิทธิภาพและประหยัดในทางเศรษฐกิจ นอกจากนี้ ยังเป็นการศึกษาและทดสอบห้องโคบอลท์-๖๐ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ว่ามีการป้องกันรังสีเพียงพอหรือมากเกินพอประการใดหรือไม่ และควรมีรูปแบบที่ถูกต้องอย่างใด

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือวัดรังสี ประเภท Thermoluminescent - Dosimeter ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดรังสีที่เหมาะและสะดวก ที่จะใช้ในการวิจัยมาก เนื่องจากมีขนาดเล็กและสามารถวัดรังสีได้ทุกทิศทาง โดยใช้ผลึก Lithium Fluoride (LiF) ขนาด ๑ ม.ม. x ๑ ม.ม. x ๖ ม.ม. มาอาบรังสีแล้วนำเข้าเครื่องวัด ก็จะทราบปริมาณรังสีได้ ในการทดลองนี้จะนำผลึก LiF นี้ไปติดตามตำแหน่งและมุม ต่าง ๆ กัน ตามห้องโคบอลท์-๖๐ โดยจะทำการทดลองทั้งหมด ๔ แห่งด้วยกัน และ เลือกห้องโคบอลท์-๖๐ ตามโรงพยาบาลต่าง ๆ ที่มีคนไข้มารับการรักษามากพอสมควรใน หนึ่งสัปดาห์ โรงพยาบาลที่ทำการทดลอง คือ

๑.๑.๑ โรงพยาบาลศิริราช

๑.๑.๒ โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

๑.๑.๓ โรงพยาบาลราชวิถี

๑.๑.๔ สถาบันมะเร็งแห่งชาติ

ห้องโคบอลท์-๖๐ ในแต่ละโรงพยาบาล จะมีลักษณะห้อง คือ ความกว้าง, ความยาว ความสูง และ ความหนาของคอนกรีตที่ทำผนังห้องต่างกัน เพื่อจะศึกษาดูว่าขณะทำการ รักษาคนไข้ด้วยรังสีแกมมาจากโคบอลท์-๖๐ นั้น จะมีปริมาณรังสีสะท้อนไปถึงตำแหน่ง - ต่าง ๆ ที่ติดผลึก LiF ไว้ในปริมาณเท่าใด และผนังห้องสามารถดูดกลืนรังสีสะท้อน ได้มากน้อยเพียงใด

๑.๒ ประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัย

การวิจัยนี้มีประโยชน์มากโดยเฉพาะในวงการแพทย์ สามารถจะนำมาใช้ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณรังสีที่กระจายอยู่ภายในห้องโคบอลท์-๖๐ เพื่อนำมาศึกษาและ วิจัยต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี การวิจัยนี้จะทำให้สามารถทราบถึงลักษณะการกระจายของ รังสีแกมมาจากเครื่องโคบอลท์-๖๐ ซึ่งจะมีการติดตั้งตามที่ต่าง ๆ ในอนาคต เพื่อให้ ได้ผลในด้านความปลอดภัยยิ่งขึ้น เมื่อได้ข้อมูลที่แน่นอนมาแล้ว การออกแบบและ - คำนวณความหนาของผนังห้องโคบอลท์-๖๐ ในอนาคต ก็สามารถกระทำได้แน่นอนปลอดภัย และประหยัดยิ่งขึ้น เพราะการป้องกันอันตรายจากรังสี เป็นพื้นฐานหลักใน -

การใช้รังสีไม่ว่าจะเป็นสาขาใดก็ตาม

๑.๓ วิธีดำเนินงานวิจัย

โดยการนำผลึก LiF. มีขนาด ๑ ม.ม. x ๑ ม.ม. x ๖ ม.ม. สามารถวัดรังสีได้ในช่วง ๑ มิลลิเรินท์เกน ถึง ๑๐๐,๐๐๐ เรินท์เกน ไปติดตามผนังภายในห้องโคบอลท์-๖๐ โดยติดผลึก LiF. ทำมุม ๔๕°, ๙๐° และ ๑๒๐° กับรังสีปฐมภูมิ (primary beam) ทั้งนี้เพื่อจะศึกษาปริมาณรังสีสะท้อน (Scattered radiation) ภายในห้องโคบอลท์-๖๐ ที่ได้จากการวัดจริง เปรียบเทียบกับ - ปริมาณรังสีสะท้อนที่ได้จากการคำนวณ ตามรายงาน [๑]NCRP ว่าถูกต้องหรือใกล้เคียงกันมากน้อยเพียงใด, และจะใช้ผลการทดลองนี้คำนวณความหนาของผนังที่ทำด้วย - คอนกรีต เพื่อที่จะหาความหนาที่ถูกต้องเพียงพอสำหรับป้องกันอันตรายจากรังสีตามข้อกำหนดมาตรฐานสากล นอกจากการวัดและคำนวณความหนาของคอนกรีตที่ใช้ทำห้องโคบอลท์-๖๐ โดยวิธีใช้ผลึก LiF. วัดแล้ว ยังจะใช้วิธีคำนวณจากสูตรต่าง ๆ เพื่อหาความหนาของผนังคอนกรีตอีกวิธีหนึ่ง แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน โดยจะเปรียบเทียบกับความหนาจริงของห้องโคบอลท์-๖๐ อีกค่าหนึ่งด้วย เพื่อเป็นการชี้ให้เห็นว่า ผนังที่ใช้สร้างห้องโคบอลท์-๖๐ ทั้งสี่ห้องมีความหนามากพอที่จะกั้นรังสีได้โดยปลอดภัยทุกห้องหรือไม่ และคำนวณความหนาของแผ่นตะกั่วที่ใช้บุประตูเปรียบเทียบกับผลการวัดจริงว่าควรมีความหนาเท่าไร มีความจำเป็นต้องใช้ตะกั่วบุที่ประตูหรือไม่ เนื่องจากปริมาณ - รังสีสะท้อนที่มาถึงประตูอาจมีปริมาณน้อยมากจนไม่เป็นอันตรายก็ได้

๑.๔ [๒]หน่วยที่ใช้ในการวัดรังสี (Units of Measurements)

หน่วยที่ใช้ในการวัดรังสีมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับการใช้ ที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นหน่วยที่นิยมใช้กันทั่วไป

---

[๑]National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP)

[๒]International Commission an Radiological Units and Measurements (ICRU), Radiation Quantities and Units (Report 10a, Handbook 84, 1962) pp.2-5.

๑.๔.๑ เรินท์เกน (Roentgen)

เป็นหน่วยที่ใช้วัดปริมาณรังสีในอากาศ ความหมายเดิมให้คำจำกัดความไว้ว่า :-

"๑ เรินท์เกน" คือปริมาณรังสีเอกซ์หรือแกมมา ซึ่งไอออนไนส์อากาศ ๑ ซ.ม.^{๓} (หนัก ๐.๐๐๑๒๙๓ กรัม) ที่ S.T.P. (Standard Temperature and Pressure) แล้วเกิดประจุไฟฟ้า ๑ E.S.U. (Electrostatic Unit)

แต่ปัจจุบัน (ตั้งแต่ปี ค.ศ. ๑๙๗๑) ได้เขียนคำจำกัดความขึ้นใหม่คือ

ค่า exposure $X(R) = \frac{dQ}{dm}$

เมื่อ dQ คือประจุบวกหรือลบที่เกิดจากการไอออนไนส์ในอากาศ เมื่อมีโฟตอนวิ่งผ่านในปริมาตรของอากาศที่มีมวลเท่ากับ dm และ

$๑ R = ๒.๕๘ \times ๑๐^{-๔}$ coulomb/kg

อย่างไรก็ตาม คำจำกัดความใหม่นี้คือ $๑ R = ๒.๕๘ \times ๑๐^{-๔}$ C/kg นี้ค่าสมดุลย์ (equivalent) กับคำจำกัดความเดิม

๑.๔.๒ แรด (rad หรือ radiation absorbed dose)

เป็นหน่วยที่ใช้วัดปริมาณรังสีที่ถูกดูดกลืนไปในวัตถุ (Absorbed dose) ต่อหน่วยน้ำหนักของวัตถุนั้น

๑ rad $= ๑๐๐$ ergs/gm หรือ

$= ๑๐^{-๒}$ J/kg

ความสัมพันธ์ระหว่างเรินท์เกนกับแรด

จากคำจำกัดความของเรินท์เกนจะได้จำนวน ion pairs ใน ๑ E.S.U. $= \frac{๑}{๔.๘ \times ๑๐^{-๑๐}}$

$= ๒.๐๘ \times ๑๐^{๙}$ ion pairs

๑ ion pair ของอากาศใช้พลังงาน = ๓๓.๗ eV.

เพราะฉะนั้นพลังงานทั้งหมด = ๖.๐๘ x ๑๐^{๙} x ๓๓.๙ eV.

= ๙.๐๑ x ๑๐^{๑๐} eV.

๑ eV. = ๑.๖ x ๑๐$^{-๑๒}$ ergs

พลังงานทั้งหมด = ๐.๑๑๒ ergs

๑ ซ.ม.^{๓} ของอากาศหนัก = ๐.๐๐๑๒๙๓ กรัม

จำนวน ergs/gm = $\frac{๐.๑๑๒}{๐.๐๐๑๒๙๓}$

= ๘๖.๙

แต่ ๑ rad = ๑๐๐ ergs/gm

นั่นคือ ๑ เรินท์เกน = ๐.๘๖๙ แรด (ในอากาศ)

๑.๙.๓ เรม (rem หรือ roentgen equivalent man) คือหน่วยที่ใช้สำหรับวัดปริมาณรังสีที่ให้ผลต่อร่างกายเหมือนกัน เนื่องจากผลของรังสีแต่ละชนิด เช่น รังสีเอกซ์, อนุภาคแอลฟา, นิวตรอน เป็นต้น มีผลต่อร่างกายไม่เท่ากัน แม้ว่าปริมาณ "แรด" จะเท่ากันก็ตาม ดังนั้นจึงต้องมีหน่วย เรม ซึ่งอยู่ในเทอมของ Dose equivalent ขึ้น

โดยที่

DE (rems) = D(rads) . (QF) . $(DF)_{๑}$. $(DF)_{๒}$.....

D = Dose in rad

QF = Quality Factor

$(DF)_{๑}$, $(DF)_{๒}$ = Distribution Factor ซึ่งเป็นการคิดปริมาณของรังสีที่เข้าไปในร่างกายแล้วกระจายไปสะสมอยู่ตามอวัยวะต่าง ๆ

ในทาง External radiation ค่า DF ต่าง ๆ จะมีค่าเท่ากับ ๑ เพราะฉะนั้น

DE(rems) = D(rads) . (QF)

Type of Radiation	QF
X-rays, Gamma-rays	๑.๐
Beta-rays with $E_{max} >$ ๐.๐๓ MeV	๑.๐
Beta-rays with $E_{max} <$ ๐.๐๓ MeV	๑.๘
Neutrons and protons up to ๑๐ MeV	๑๐
Naturally occuring Alpha-particles	๑๐
Heavy recoil nuclei	๒๐