

บทที่ 8 ประโยชน์ของรังสี

วัตถุประสงค์

ศึกษาการนำรังสีมาใช้ให้เป็นประโยชน์ทางด้านต่างๆ เช่น ทางการแพทย์ ทางการเกษตร ทางอุตสาหกรรม ทางการสืบสวนสอบสวน และทางธรณีวิทยา

8.1 บทนำ

ปัจจุบันนี้มีการนำรังสีมาใช้เป็นประโยชน์ต่องานด้านต่างๆ หลายทาง เช่น ทางการแพทย์ ทางการเกษตร ทางอุตสาหกรรม ทางการสืบสวนสอบสวน ทางธรณีวิทยาและทางการทหาร

8.2 ทางการแพทย์

มีการนำรังสีมาใช้ในการวินิจฉัยโรค (diagnostic) และการรักษาโรค (therapy)

การนำรังสีมาใช้ทางด้านวินิจฉัยโรค

ก. การถ่ายภาพโดยใช้รังสีเอ็กซ์ (Roentgenography) คือ การนำรังสีเอ็กซ์มาใช้ในการถ่ายภาพอวัยวะภายในของร่างกาย เช่น ปอด, กระเพาะ, กระดูก เป็นต้น ใช้พิจารณาประกอบอาการของโรค จะสามารถช่วยในการหาสาเหตุของโรคได้ หลอดรังสีเอ็กซ์ที่ใช้ในการวินิจฉัยโรคนี จะใช้แรงดันอยู่ในช่วงประมาณ 40 - 150 กิโลโวลต์ รังสีเอ็กซ์ในช่วงนี้จะมีควมไวกับฟิล์มมากที่สุด และทำให้เกิดความแตกต่าง (contrast) ระหว่างกระดูกกับเนื้อเยื่ออ่อนข้างเคียงสูง

มาก ทำให้ได้ภาพชัดเจน กระแสหลอดมีค่าระหว่าง 0.1 - 1 แอมแปร์ ทำให้ความเข้มของรังสีเอกซ์สูงมากพอที่จะถ่ายภาพโดยใช้เวลานับประมาณ 0.01 - 0.1 นาที และได้ภาพที่มีความดำอยู่ในช่วง 0.25 - 2.5 ซึ่งตามองเห็นได้ชัดเจน การถ่ายภาพโดยใช้รังสีเอกซ์ให้ได้ภาพที่ดีได้ชัด ต้องอาศัยความชำนาญและเทคนิคในการถ่ายภาพมาก

ข. สารกัมมันตรังสี (radioisotope) ปัจจุบันเรานำสารกัมมันตรังสีมาใช้งานด้านต่างๆ มากมาย เช่น

1. ใช้ในการหาส่วนประกอบที่เป็นของเหลวภายในร่างกาย เช่น หาปริมาณพลาสติก, ปริมาณเลือด, ปริมาณเม็ดเลือดแดง หรือปริมาณน้ำในร่างกาย เป็นต้น อาศัยหลักการที่มีชื่อเรียกว่า หลักการเจือจาง (dilution technique) เมื่อเราใส่สารที่ทราบความเข้มข้นลงไปในตัวทำละลายจำนวนหนึ่ง สารนั้นจะเจือจางลง อัตราการเจือจางลงของสารจะแปรผันกับปริมาตรของตัวทำละลาย ถ้าตัวทำละลายมีปริมาตรมาก สารนั้นจะเจือจางลงมาก ถ้าตัวทำละลายมีปริมาตรน้อย สารนั้นก็จะเจือจางลงน้อย

กำหนดให้ Q = ความเข้มข้นของสารก่อนที่จะนำไปผสมกับตัวทำละลาย

C = ความเข้มข้นของสารที่มี 1 หน่วยปริมาตรของตัวทำละลาย หลังจากนำไปผสมกับตัวทำละลายแล้ว

V = ปริมาตรของตัวทำละลาย

$$Q = CV$$

ตัวอย่างที่ 8.1 ใส่กบฏโคสจำนวน 1,000 มิลลิกรัม ลงไปในหลอดแก้วที่มีน้ำบรรจุอยู่ หลังจากทิ้งไว้ชั่วครู่ พบว่า ความเข้มข้นของกบฏโคสเท่ากับ 50 มิลลิกรัม ต่อ 100 มิลลิตร ให้หาปริมาตรของน้ำ

วิธีทำ จาก $V = \frac{Q}{C}$

แทนค่า $Q = 1,000$ มิลลิกรัม, $C = \frac{50}{100} = 0.5$ มิลลิกรัมต่อมิลลิตร

$$V = \frac{1,000}{0.5} = 2,000 \text{ มิลลิตร}$$

ปริมาตรน้ำเท่ากับ 2,000 ลิตร

2. ศึกษาสารประกอบอินทรีย์และธาตุต่างๆ ที่มีอยู่ในร่างกาย เช่น วัคปริมาณไอโอดีนที่ต่อมไทรอยด์จับได้ ศึกษาการดูดกลืนไขมัน เป็นต้น

3. ใช้ร่วมในการถ่ายภาพอวัยวะภายในต่างๆ วิธีการ คือ ให้สารกัมมันตรังสีแก่ผู้ป่วย อาจจะโดยการฉีดเข้าเส้นเลือดหรือรับประทาน สารกัมมันตรังสีจะไปสะสมที่อวัยวะที่ต้องการถ่ายภาพ ใช้เครื่องมือวัดรังสี วัคปริมาณรังสีที่ถูกส่งออกมาจากสารกัมมันตรังสีที่สะสมอยู่ตรงส่วนนั้น บริเวณที่มีสารกัมมันตรังสีมาก ก็จะมีลักษณะผิดจากบริเวณที่มีสารกัมมันตรังสีน้อย เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับภาพที่ได้จากคนปกติ จะทราบได้ว่า ภาพถ่ายที่ได้จากคนใช้นั้นผิดปกติหรือไม่

คุณสมบัติ ของสารกัมมันตรังสี ที่ใช้ในการถ่ายภาพ

1. ไม่มีอันตรายเมื่อฉีดเข้าไปในร่างกาย
2. ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีน้อยที่สุด
3. สามารถขับถ่ายออกจากร่างกายได้รวดเร็ว
4. มีครึ่งชีวิตสั้น
5. ไม่ให้รังสีที่ไม่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น รังสีเบตา และรังสีแอลฟา
6. ให้รังสีแกมมาที่มีพลังงานมากมาย
7. หลังจากที่ได้รับสารกัมมันตรังสีแล้ว สารกัมมันตรังสีนั้นจะไปสะสมอยู่ที่อวัยวะที่ต้องการตรวจมากที่สุด

การนำ รังสี มาใช้ในการรักษาโรค

ก. เทเลเทอราปี (teletherapy) คือ การรักษาโรค โดยเฉพาะมะเร็ง โดยการฉายรังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมาลงบนตัวคนไข้

สำหรับเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ที่ใช้รักษามะเร็งนั้น มีค่าแรงดันหลอดคตต่างๆ กันแบ่งออกเป็นช่วงๆ ดังนี้

1. 30 - 50 กิโลโวลท์ เรียกว่า คอนแทคเอกซ์เรย์ (contact x-rays) ใช้รักษามะเร็งของผิวหนัง
2. 50 - 150 กิโลโวลต์ เรียกว่า ซูเปอร์ฟิเชียลเอกซ์เรย์ (superficial x-rays) ใช้รักษามะเร็งของผิวหนัง
3. 150 - 300 กิโลโวลต์ เรียกว่า ดีพเอกซ์เรย์ (deep x-rays) ใช้รักษามะเร็งที่อวัยวะ

ต่างๆ ที่อยู่ติดลงไปในร่างกาย

4. 2 - 40 ล้านโวลต์ เรียกว่า เมกกะโวลต์เอ็กซ์เรย์ (megavoltage x-rays) เป็นรังสีเอ็กซ์ที่เกิดเครื่องเร่งอนุภาคนิวเคลียร์ ใช้ในการรักษาโรคมะเร็งได้ทุกชนิด

สำหรับเครื่องโคบอลต์-60 (^{60}Co) ซึ่งจะสลายตัวให้รังสีแกมมาพลังงาน 1.17 เอ็มอีวี และ 1.35 เอ็มอีวี นำมาใช้ทำลายเนื้อร้ายได้ โคบอลต์-60 มีครึ่งชีวิต 3.5 ปี ค่าปริมาณรังสีจากเครื่องโคบอลต์จึงเปลี่ยนไปเรื่อยๆ เนื่องจากการสลายตัว ในทางปฏิบัติจะต้องคำนวณปริมาณรังสีโดยคิดค่าจากการสลายตัวนี้ด้วย

ข. การรักษาโดยใช้สารกัมมันตรังสี (isotope therapy) อาศัยหลักการเดียวกันกับการวินิจฉัยโรคโดยใช้สารกัมมันตรังสี เช่น ใช้ฟอสฟอรัส-32 รักษาโรคมะเร็งของเม็ดโลหิตขาว

ค. การรักษาโดยใช้เรเดียม (radium therapy) ใช้เรเดียมรักษามะเร็งโดยบรรจุอยู่ในวัตถุรูเข็ม (needle) หรือหลอด (tube) ผิงหรือใส่ไว้ในอวัยวะที่เป็นเนื้อร้ายนั้น รังสีจะทำลายเนื้อร้ายได้

8.3 ทางเภสัชกรรม

8.3.1 ใช้กำจัดแมลง ใช้รังสีกำจัดแมลงที่เป็นศัตรูพืช โดยวิธีการทำให้เป็นหมัน หรือโดยวิธีการทำลาย เช่น นำแมลงในกระสอบ หรือถุงแมลลิกพืช

8.3.2 ผลิตพันธุ์ไม้ชนิดใหม่ โดยนำเอาพืชมาอบรังสีแล้วนำไปปลูกเพื่อหวังว่าจะได้พันธุ์ใหม่ขึ้นมา เช่น ยาสูบ ชื่อ คลอรินา มิวแตนท์ (*Chlorina mutant*)

8.3.3 ใช้ในการถนอมอาหาร รังสีสามารถทำให้ผลไม้ที่เก็บจากต้นแล้วสุกช้าหรือแก่

8.3.4 การศึกษารูปของพืชต่างๆ เมื่อต้องการทราบว่าพืชชนิดหนึ่งๆ ที่ใส่ลงในดินนั้น พืชมีการดูดไปสะสมไว้ที่ไหนบ้าง หรือต้องการทราบว่าสารเคลื่อนที่ตลอดจนการสะสมของธาตุต่างๆ ภายในต้นพืช ทำได้โดยการทำปุ๋ยให้เป็นสารกัมมันตรังสี แล้วอาศัยเครื่องวัดรังสีก็สามารถติดตามปุ๋ยเหล่านี้ได้ไม่ว่าอยู่ส่วนไหนของพืช

8.3.5 ศึกษาความเป็นไปของยาฆ่าแมลงในพืชและสัตว์

8.3.6 ศึกษาสัตว์ชนิดไหนที่กินแมลงที่ไม่ต้องการเป็นอาหาร

8.3.7 หาปริมาณแร่ธาตุที่มีอยู่จำนวนมากในพืช ดิน น้ำ ฯลฯ โดยใช้วิธีวิเคราะห์โดยใช้นิวตรอน (neutron activation analysis)

8.4 ทางอุตสาหกรรม

8.4.1 ใช้วัดความหนาของวัตถุ เช่น แผ่นอลูมิเนียม โดยการวางแหล่งกำเนิดรังสีไว้ทาง

ด้านหนึ่งของแผ่นอลูมิเนียม ที่กำลังออกมาจากเครื่องวัด ปริมาณของรังสีที่ทะลุผ่านออกมาเข้า เครื่องวัดที่วางอยู่อีกด้านหนึ่งจะขึ้นกับความหนาของแผ่นอลูมิเนียม ถ้าความหนาของแผ่นอลูมิเนียมสม่ำเสมอ เครื่องวัดก็จะชี้ตรงจุดเดิม แต่ถ้ามีความหนาผิดไป เครื่องวัดก็จะรายงานความผิดปกติให้เราทราบเพื่อที่จะได้แก้ไขต่อไป

8.4.2 ใช้ศึกษาความลึกหรือของเครื่องชนิด ส่วนที่เคลื่อนไหวเสียดสีกันย่อมก่อให้เกิด การสึกหรอได้ เช่น ลูกสูบ โดยการนำลูกสูบไปทำให้มีรังสี โดยนำไปอบนิตรอน จากนั้นนำมาใส่ไว้ในเครื่องชนิดตามเดิม หลังจากนั้นนำน้ำมันเครื่องไปตรวจดูจำนวนเหล็กที่สึกออกมา โคนการวัดปริมาณรังสีว่ามีมากน้อยเพียงไร ก็จะทราบอัตราการสึกหรอของเครื่องชนิดได้

8.4.3 ทรอยแตกของท่อ ท่อที่ฝังไว้ใต้ดินเป็นระยะทางไกลๆ ถ้าเกิดการแตกเสียหาย ย่อมเป็นการยากที่จะรู้ว่าทรอยแตกนั้นอยู่ที่ตรงไหน ใช้รังสีช่วยในการหาโดยใส่สารกัมมันตรังสี ลงไปในท่อ แล้วใช้เครื่องวัดทำการวัดบนดิน คอนโดที่ไม่แตกจะวัดรังสีได้ตามแนวดินของท่อ แต่ถ้าที่ใดแตกสารกัมมันตรังสีจะซึมออกมารอบๆ ทรอยแตก จึงวัดรังสีในบริเวณกว้าง ก็จะทราบ ได้ว่าทรอยแตกอยู่ที่ใด

8.4.4 ดูส่วนผสมของปูนซิเมนต์ เครื่องผสมปูนซิเมนต์ มักมีขนาดใหญ่ เป็นการยากที่จะรู้ว่าส่วนผสมเข้ากันดีหรือยัง เราใส่สารกัมมันตรังสีลงไปจนถึงวัดปริมาณที่จุดต่างๆ นอกถึง ถ้าปริมาณรังสีแต่ละจุดแตกต่างกัน แสดงว่าส่วนผสมยังไม่เข้ากันดีพอ แค่นี้ปริมาณรังสีเท่ากัน แสดงว่าส่วนผสมเท่ากันทุกส่วนแล้ว ทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายลงได้มาก

8.4.5 ตรวจสอบสภาพในเนื้อโลหะ การหล่อโลหะ เชื่อมโลหะอาจมีข้อบกพร่องเกิดตำหนิ ภายในซึ่งเรามองไม่เห็น เช่น มีรอยร้าว, โพรงอากาศหรือเชื่อมไม่ติด เราอาจตรวจดูได้โดยการ ถ่ายภาพโลหะขึ้นที่ต้องการตรวจโดยใช้รังสีเอกซ์ หรือรังสีแกมมา ตรงไหนมีโพรง หรือรอย ร้าว ก็จะปรากฏเป็นภาพบนฟิล์ม

8.4.6 หาปริมาณกำมะถันหรือตะกั่วในน้ำมัน อาศัยหลักการที่ว่าธาตุที่มีน้ำหนักอะตอม ต่างกัน จะดูดกลืนรังสีได้แตกต่างกัน

8.5 ทางการศึกษาสวนสวน

ใช้หลักการที่มีชื่อเรียกว่า การวิเคราะห์ด้วยนิวตรอนมากที่สุด เมื่อนิวตรอนวิ่งไปชน ธาตุใด มักจะทำให้ธาตุนั้นเป็นกัมมันตรังสี ซึ่งจะแผ่รังสีที่มีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะธาตุนั้นออกมา ด้านเราสามารถตรวจได้ว่า คุณสมบัติของรังสีนั้นเป็นอย่างไร เช่นเป็นรังสีชนิดไหน มีพลังงานเท่าไร ก็จะทราบได้ว่าธาตุนั้นเป็นธาตุอะไร ดังนั้น ถ้าสงสัยอะไร ก็นำไปอบนิวตรอน แล้วตรวจวัดรังสีที่เกิดขึ้น ก็สามารถบอกได้ว่า สิ่งนั้นมีธาตุใดผสมอยู่บ้าง และจำนวนเท่าไร

ความไวในการวัดโดยวิธีนี้ดีมากสามารถวัดได้ถึง 1 ในล้านส่วน

8.5.1 ใช้วิเคราะห์ดินป็น เมื่อขังป็นแล้วจะมีดินป็นซึ่งมีแบเรียมติดอยู่กับข้อมือ ถ้าสงสัยใครก็นำคนนั้นมาใช้ซึ่งใส่ไปะที่มือ แล้วนำขี้ผึ้งซึ่งอาจมีแบเรียมติดอยู่ หรือนำไปอบนิวตรอน นำไปวิเคราะห์หาปริมาณแบเรียม ถ้าเป็นคนขังป็น ก็จะมีแบเรียมมากผิดปกติ

8.5.2 วิเคราะห์สิ่งของ ของที่มีลักษณะเหมือนกัน ทำมาจากแหล่งเดียวกัน เมื่อนำไปอบนิวตรอนแล้วจะต้องให้ผลเหมือนกัน ใช้หลักนี้ในการวิเคราะห์สิ่งของ เช่น มีสินค้ำในโกดังหายไปอย่างลึกลับ แล้วพบสินค้ำแบบเดียวกันนั้นอยู่ที่บุคคลผู้หนึ่ง ก็นำของสิ่งนั้นและมีที่โกดังไปอบนิวตรอน แล้วนำผลมาเทียบดู ถ้าวิเคราะห์แล้วเห็นว่าเหมือนกันก็ยืนยันได้ว่าเป็นของที่เดียวกัน

8.5.3 ใช้วิเคราะห์หิน สามารถตรวจได้ว่า หินมาจากแหล่งไหน

8.5.4 ใช้วิเคราะห์เส้นผม

8.6 ทางธรณีวิทยา

8.6.1 หากความหนาแน่นของดิน บริเวณใดที่มีความหนาแน่นมากจะสกัดกันรังสีได้มาก และที่ใดมีความหนาแน่นน้อยจะสกัดกันรังสีได้น้อย โดยการเจาะลงไปดินที่จะทำการตรวจ 2 แห่ง แห่งหนึ่งใส่แหล่งกำเนิดรังสี อีกแห่งหนึ่งใส่หัววัดรังสีไว้ นำไปเทียบกับมาตรฐาน หรือไปเทียบกับบริเวณอื่น ก็จะทราบได้ว่าดินที่ใดหนาแน่นกว่ากัน

8.6.2 วัดความชื้น ใช้นิวตรอน เมื่อนิวตรอนพุ่งเข้าชนอะตอมไฮโดรเจนที่มีอยู่ในน้ำ ความเร็วจะลดลงมากกว่าชนกับอะตอมชนิดอื่นที่มีอยู่ในดิน วัดปริมาณของนิวตรอนที่สะท้อนกลับ ซึ่งจะขึ้นกับความชื้นที่มีอยู่ในดินหรือคอนกรีต

8.6.3 หากความเร็วของน้ำ โดยการใส่สารกัมมันตรังสีลงในบริเวณหนึ่ง แล้วตรวจวัดรังสีว่าจะจมถึงที่หนึ่งซึ่งอยู่ห่างไกลออกไปโดยใช้เวลาเท่าไร ก็จะคำนวณเป็นความเร็วของน้ำได้

8.6.4 หาแหล่งที่มาของน้ำ ใส่สารกัมมันตรังสีลงในน้ำตามแหล่งต่างๆ ติดตามการเคลื่อนของสารกัมมันตรังสี ก็จะทราบได้ว่าน้ำจากแหล่งนั้นไปที่ไหน หรือมาจากไหน

8.6.5 วัดจำนวนตะกอน ปริมาณของรังสีที่วิ่งผ่านน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของตะกอนหรือตามความชื้นของน้ำ

8.6.6 ศึกษาการเคลื่อนที่ของทราย เอาสารรังสีผสมลงในทราย แล้ววัดปริมาณรังสีในเวลาต่างๆ บริเวณรอบๆ แล้วเขียนเป็นแผนที่จะได้ทิศทางการเคลื่อนที่ของทราย

8.6.7 ศึกษาการเคลื่อนที่ของตะกอนจม สร้างตะกอนจำลองที่มีลักษณะเหมือนที่มีใน

ธรรมชาติ แต่มีธาตุบางชนิดผสมอยู่ด้วย แล้วนำไปทำให้ธาตุที่ผสมไว้นั้นกลายเป็นธาตุกับมัน-
ครึ่งดี จากนั้นนำไปเทในบริเวณที่ต้องการศึกษา โดยการใช้เครื่องวัดครึ่งดีติดตามวัดตามบริเวณ
ต่างๆ ก็สามารถศึกษาการเคลื่อนที่ของตะกอนในแม่น้ำได้

8.7 ทางการทหาร

8.7.1 ใช้ในการผลิตระเบิดนิวเคลียร์ ที่มีอำนาจในการทำลายสูง

8.7.2 ใช้ผลิตพลังงานเพื่อใช้กับเรือดำน้ำ หรือเรือเดินสมุทร และขณะนี้ก็มีการค้นคว้า
ที่จะใช้เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูในการขับเคลื่อนจรวด

แบบฝึกหัดที่ 8

1. จงอธิบายการนำรังสีมาใช้เป็นประโยชน์ทางการแพทย์
 2. จงอธิบายการนำรังสีมาใช้เป็นประโยชน์ทางอุตสาหกรรม
 3. จงอธิบายการนำรังสีมาใช้เป็นประโยชน์ทางธรณีวิทยา
-