

# บทที่ 8

## ประโยชน์ของรังสี

### วัตถุประสงค์

ศึกษานำรังสีมาใช้ให้เป็นประโยชน์ทางด้านต่าง ๆ 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 การนำรังสีเอ็กซ์มาใช้ในการ  
ถ่ายภาพอวัยวะภายในของร่างกาย เช่น ปอด, กระเพาะ, กระดูก เป็นต้น ใช้พิจารณาประกอบ  
อาการของโรค จะสามารถช่วยในการหาสาเหตุของโรคได้ หลอดรังสีเอ็กซ์ที่ใช้ในการวินิจฉัย  
โรคนี้ จะใช้แรงดันอยู่ในช่วงประมาณ 40 - 150 กิโลโวลต์ รังสีเอ็กซ์ในช่วงนี้จะมีควมไวกับ  
ฟิล์มมากที่สุด และทำให้เกิดความแตกต่าง (contrast) ระหว่างกระดูกกับเนื้อเยื่ออ่อนข้างเคียงสูง

มาก ทำให้ได้ภาพชัดเจน กระแสหลอดมีค่าระหว่าง 0.1 - 1 แอมแปร์ ทำให้ความเข้มของรังสีเอกซ์สูงมากพอที่จะถ่ายภาพโดยใช้เวลาสั้นประมาณ 0.01 - 0.1 นาที่ และได้ภาพที่มีความดำอยู่ในช่วง 0.25 - 2.5 ซึ่งตามองเห็นได้ชัดเจน การถ่ายภาพโดยใช้รังสีเอกซ์ให้ได้ภาพที่ดูได้ชัด ต้องอาศัยความชำนาญและเทคนิคในการถ่ายภาพมาก

ข. สารกัมมันตรังสี (radioisotope) ปัจจุบันเรานำสารกัมมันตรังสีมาใช้งานด้านต่างๆ มากมาย เช่น

1. ใช้ในการหาส่วนประกอบที่เป็นของเหลวภายในร่างกาย เช่น หาปริมาณพลาสติก, ปริมาณเลือด, ปริมาณเม็ดเลือดแดง หรือปริมาณน้ำในร่างกาย เป็นต้น อาศัยหลักการที่มีชื่อเรียกว่า หลักการเจือจาง (dilution technique) เมื่อเราใส่สารที่ทราบความเข้มข้นลงไปในตัวทำละลายจำนวนหนึ่ง สารนั้นจะเจือจางลง อัตราการเจือจางลงของสารจะแปรผกผันกับปริมาณของตัวทำละลาย ถ้าตัวทำละลายมีปริมาณมาก สารนั้นจะเจือจางลงมาก ถ้าตัวทำละลายมีปริมาณน้อย สารนั้นก็จะเจือจางลงน้อย

กำหนดให้  $Q$  = ความเข้มข้นของสารก่อนที่จะนำไปผสมกับตัวทำละลาย

$C$  = ความเข้มข้นของสารที่มี 1 หน่วยปริมาตรของตัวทำละลาย หลังจากที่ได้ผสมกับตัวทำละลายแล้ว

$V$  = ปริมาตรของตัวทำละลาย

$$Q = CV$$

ตัวอย่างที่ 8.1 ใส่กลูโคสจำนวน 1,000 มิลลิกรัม ลงในหลอดแก้วที่มีน้ำบรรจุอยู่ หลังจากทิ้งไว้ชั่วครู่ พบว่า ความเข้มข้นของกลูโคสเท่ากับ 50 มิลลิกรัม ต่อ น้ำ 100 มิลลิตร ให้หาปริมาณของน้ำ

วิธีทำ จาก  $V = \frac{Q}{C}$

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

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

ปริมาณน้ำเท่ากับ 2,000 ลิตร

2. ศึกษาสารประกอบอินทรีย์และธาตุต่างๆ ที่มีอยู่ในร่างกาย เช่น วัดปริมาณไอโอดีนที่ต่อมไทรอยด์จับได้ ศึกษาการดูดกลืนไขมัน เป็นต้น

3. ใช้ร่วมในการถ่ายภาพอวัยวะภายในต่างๆ วิธีการ คือ ให้สารกัมมันตรังสีแก่ผู้ป่วย อาจจะโดยการฉีดเข้าเส้นเลือดหรือรับประทาน สารกัมมันตรังสีจะไปสะสมที่อวัยวะที่ต้องการถ่ายภาพ ใช้เครื่องมือวัดรังสี วัดปริมาณรังสีที่ถูกส่งออกมาจากสารกัมมันตรังสีที่สะสมอยู่ตรงส่วนนั้น บริเวณที่มีสารกัมมันตรังสีมาก ก็จะมีลักษณะมืดจากบริเวณที่มีสารกัมมันตรังสีน้อย เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับภาพที่ได้จากคนปกติ จะทราบได้ว่า ภาพถ่ายที่ได้จากคนไข้ นั้นผิดปกติหรือไม่

#### คุณสมบัติ ของสารกัมมันตรังสี ที่ใช้ในการถ่ายภาพ

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

#### การนำรังสีมาใช้ในการรักษาโรค

ก. เทเลเทอร์ปี (teletherapy) คือ การรักษาโรค โดยเฉพาะมะเร็ง โดยการฉายรังสีเอ็กซ์หรือรังสีแกมมาลงบนตัวคนไข้

สำหรับเครื่องกำเนิดรังสีเอ็กซ์ที่ใช้รักษามะเร็งนั้น มีค่าแรงดันหลอดแตกต่างกันแบ่งออกเป็นช่วงๆ ดังนี้

1. 30 - 50 กิโลโวลต์ เรียกว่า คอนแทกเอ็กซ์เรย์ (contact x-rays) ใช้รักษามะเร็งของผิวหนัง
2. 50 - 150 กิโลโวลต์ เรียกว่า ซูเปอร์ฟิเชียลเอ็กซ์เรย์ (superficial x-rays) ใช้รักษามะเร็งของผิวหนัง
3. 150 - 300 กิโลโวลต์ เรียกว่า ดีปเอ็กซ์เรย์ (deep x-rays) ใช้รักษามะเร็งที่อวัยวะ

ต่างๆ ที่อยู่ลึกลงไปในร่างกาย

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

สำหรับเครื่องโคบอลต์-60 ( $^{60}\text{Co}$ ) 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) ใช้เรเดียมรักษามะเร็งโดยบรรจุอยู่ในวัตถุรูปเข็ม (needle) หรือหลอด (tube) ผิงหรือใส่ไว้ในอวัยวะที่เป็นเนื้อร้ายนั้น รังสีจะทำลายเนื้อร้ายได้

### 8.3 ทางการเกษตร

8.3.1 ใช้กำจัดแมลง ใช้รังสีกำจัดแมลงที่เป็นศัตรูพืช โดยวิธีการทำให้เป็นหมัน หรือโดยวิธีการทำลาย เช่น ฉ่ำแมลงในกระสอบ หรือถุงเมล็ดพืช

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

8.3.3 ใช้ในการถนอมอาหาร รังสีสามารถทำให้ผลไม้ที่เก็บจากต้นแล้วสุกช้าหรือแก่

8.3.4 การดูคุณสมบัติของพืชต่างๆ เมื่อต้องการทราบว่าปุ๋ยชนิดหนึ่งๆ ที่ใส่ลงไปนั้น พืชมีการดูดไปสะสมไว้ที่ไหนบ้าง หรือต้องการทราบว่าสารเคลื่อนที่ตลอดจนการสะสมของธาตุต่างๆ ภายในต้นพืช ทำได้โดยการทำปุ๋ยให้เป็นสารกัมมันตรังสี แล้วอาศัยเครื่องวัดรังสีก็สามารถติดตามปุ๋ยเหล่านี้ได้ไม่ว่าอยู่ส่วนไหนของพืช

8.3.5 ดูความเป็นไปของยาฆ่าแมลงในพืชและสัตว์

8.3.6 ดูว่าสัตว์ชนิดไหนที่กินแมลงที่ไม่ต้องการเป็นอาหาร

8.3.7 หาปริมาณแร่ธาตุที่มีอยู่จำนวนน้อยมากในพืช ดิน น้ำ ฯลฯ โดยใช้วิธีวิเคราะห์โดยใช้นิวตรอน (neutron activation analysis)

### 8.4 ทางอุตสาหกรรม

8.4.1 ใช้วัดความหนาของวัตถุ เช่น แผ่นอลูมิเนียม โดยการวางแหล่งกำเนิดรังสีไว้ทาง

ด้านหนึ่งของแผ่นอลูมิเนียมที่กำลังออกมาจากเครื่องรีด ปริมาณของรังสีที่ทะลุผ่านออกมาเข้าเครื่องวัดที่วางอยู่อีกด้านหนึ่งจะขึ้นกับความหนาของแผ่นอลูมิเนียม ถ้าความหนาของแผ่นอลูมิเนียมสม่ำเสมอ เครื่องวัดก็จะชี้ตรงจุดเดิม แต่ถ้ามีความหนาผิดไป เครื่องวัดก็จะรายงานความผิดปกติให้เราทราบเพื่อที่จะได้แก้ไขต่อไป

8.4.2 ใช้ศึกษาความสึกหรอของเครื่องยนต์ ส่วนที่เคลื่อนไหวเสียดสีกันย่อมก่อให้เกิดการสึกหรอได้ เช่น ลูกสูบ โดยการนำลูกสูบไปทำให้มีรังสี โดยนำไปอบนิตรอน จากนั้นนำมาใส่ไว้ในเครื่องวัดตามเดิม หลังจากนั้นนำน้ำมันเครื่องไปตรวจดูจำนวนเหล็กที่สึกออกมา โคนการวัดปริมาณรังสีว่ามีมากน้อยเพียงไร ก็จะทราบอัตราการสึกหรอของเครื่องยนต์ได้

8.4.3 คุรอยแตกของท่อ ท่อที่ฝังไว้ใต้ดินเป็นระยะทางไกลๆ ถ้าเกิดการแตกเสียหายย่อมเป็นการยากที่จะรู้ว่าจะรอยแตกนั้นอยู่ที่ตรงไหน ใช้รังสีช่วยในการหาโดยใช้สารกัมมันตรังสีลงไปใส่ในท่อ แล้วใช้เครื่องวัดทำการวัดบนดิน ตอนใดที่ไม่แตกจะวัดรังสีได้ตามแนวเดินของท่อ แต่ถ้าที่ใดแตกสารกัมมันตรังสีจะซึมออกมารอบๆ รอยแตก จึงวัดรังสีในบริเวณกว้าง ก็จะทราบได้ว่ารอยแตกอยู่ที่ใด

8.4.4 คุณสมบัติของปูนซีเมนต์ เครื่องผสมปูนซีเมนต์ มักมีขนาดใหญ่ เป็นการยากที่จะรู้ว่าส่วนผสมเข้ากันดีหรือยัง เราใส่สารกัมมันตรังสีลงไปจนถึงวัดปริมาณที่จุดต่างๆ นอกถึงถ้าปริมาณรังสีแต่ละจุดแตกต่างกัน แสดงว่าส่วนผสมยังไม่เข้ากันดีพอ แต่ถ้าปริมาณรังสีเท่ากัน แสดงว่าส่วนผสมเท่ากันทุกส่วนแล้ว ทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายลงได้มาก

8.4.5 ตรวจสอบสภาพในเนื้อโลหะ การหล่อโลหะ เชื่อมโลหะอาจมีข้อบกพร่องเกิดตำหนิภายในซึ่งเรามองไม่เห็น เช่น มีรอยร้าว, โพรงอากาศหรือเชื่อมไม่ติด เราอาจตรวจดูได้โดยการถ่ายภาพโลหะขึ้นที่ต้องการตรวจโดยใช้รังสีเอกซ์ หรือรังสีแกมมา ตรงไหนมีโพรง หรือรอยร้าว ก็จะปรากฏเป็นภาพบนฟิล์ม

8.4.6 หาปริมาณกำมะถันหรือตะกั่วในน้ำมัน อาศัยหลักการที่ว่าธาตุที่มีน้ำหนักอะตอมต่างกัน จะดูดกลืนรังสีได้แตกต่างกัน

## 8.5 ทางการศึกษาสวบนสอบสวน

ใช้หลักการที่มีชื่อเรียกว่า การวิเคราะห์ด้วยนิวตรอนมากที่สุด เมื่อนิวตรอนวิ่งไปชนธาตุใด มักจะทำให้ธาตุนั้นเป็นกัมมันตรังสี ซึ่งจะแผ่รังสีที่มีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะธาตุนั้นออกมา ถ้าเราสามารถตรวจได้ว่า คุณสมบัติของรังสีนั้นเป็นอย่างไร เช่นเป็นรังสีชนิดไหน มีพลังงานเท่าไร ก็จะทราบได้ว่าธาตุนั้นเป็นธาตุอะไร ดังนั้น ถ้าสงสัยอะไร ก็นำไปอบนิวตรอนแล้วตรวจวัดรังสีที่เกิดขึ้น ก็สามารถบอกได้ว่า สิ่งนั้นมีธาตุใดผสมอยู่บ้าง และจำนวนเท่าไร

ความไวในการวัดโดยวิธีนี้ตีมากสามารถวัดได้ถึง 1 ในล้านส่วน

8.5.1 ใช้วิเคราะห์ดินป็น เมื่อยิงปืนแล้วจะมีดินป็นซึ่งมีแบเรียมติดอยู่กับข้อมือ ถ้าสงสัยใครก็นำคนนั้นมาใช้ขี้ผึ้งโปะที่มือ แล้วนำขี้ผึ้งซึ่งอาจมีแบเรียมติดอยู่ หรือนำไปอาบนิวตรอน นำไปวิเคราะห์หาปริมาณแบเรียม ถ้าเป็นคนยิงปืน ก็จะมีแบเรียมมากผิดปกติ

8.5.2 วิเคราะห์สิ่งของ ของที่มีลักษณะเหมือนกัน ทำมาจากแหล่งเดียวกัน เมื่อนำไปอาบนิวตรอนแล้วจะต้องให้ผลเหมือนกัน ใช้หลักนี้ในการวิเคราะห์สิ่งของ เช่น มีสินค้าในโกดังหายไปอย่างลึกลับ แล้วพบสินค้าแบบเดียวกันนั้นอยู่ที่บุคคลผู้หนึ่ง ก็นำของสิ่งนั้นและที่มีที่โกดังไปอาบนิวตรอน แล้วนำผลมาเทียบดู ถ้าวิเคราะห์แล้วเหมือนกันก็ยืนยันได้ว่าเป็นของที่เดียวกัน

8.5.3 ใช้วิเคราะห์ฝิ่น สามารถตรวจได้ว่า ฝิ่นมาจากแหล่งไหน

8.5.4 ใช้วิเคราะห์เส้นผม

## 8.6 ทางธรณีวิทยา

8.6.1 หากความหนาแน่นของดิน บริเวณใดที่มีความหนาแน่นมากจะสกัดกั้นรังสีได้มาก และที่ใดมีความหนาแน่นน้อยจะสกัดกั้นรังสีได้น้อย 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 ก็จะทราบว่าน้ำจากแหล่งนั้นไปที่ไหน หรือมาจากไหน

8.6.5 วัดจำนวนตะกอน ปริมาณของรังสีที่วิ่งผ่านน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของตะกอนหรือตามความขุ่นของน้ำ

8.6.6 ศึกษาการเคลื่อนที่ของทราย เอาสารรังสีผสมลงในทราย แล้ววัดปริมาณรังสีในเวลาต่างๆ บริเวณรอบๆ แล้วเขียนเป็นแผนที่จะได้ทิศทางการเคลื่อนที่ของทราย

8.6.7 ศึกษาการเคลื่อนที่ของตะกอนจม สร้างตะกอนจำลองที่มีลักษณะเหมือนที่มีใน

ธรรมชาติ แต่มีธาตุบางชนิดผสมอยู่ด้วย แล้วนำไปทำให้ธาตุที่ผสมไว้นั้นกลายเป็นธาตุกัมมันตรังสี จากนั้นนำไปใช้ในบริเวณที่ต้องการศึกษา โดยการใช้เครื่องวัดรังสีติดตามวัดตามบริเวณต่างๆ ก็สามารถศึกษาการเคลื่อนที่ของตะกอนในแม่น้ำได้

## 8.7 ทางทหาร

8.7.1 ใช้ในการผลิตระเบิดนิวเคลียร์ ที่มีอำนาจในการทำลายสูง

8.7.2 ใช้ผลิตพลังงานเพื่อใช้กับเรือดำน้ำ หรือเรือเดินสมุทร และขณะนี้ก็มีการค้นคว้าที่จะใช้เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูในการขับเคลื่อนจรวด

.....

## แบบฝึกหัดที่ 8

1. จงอธิบายการนำรังสีมาใช้เป็นประโยชน์ทางการแพทย์
  2. จงอธิบายการนำรังสีมาใช้เป็นประโยชน์ทางอุตสาหกรรม
  3. จงอธิบายการนำรังสีมาใช้เป็นประโยชน์ทางธรณีวิทยา
-