แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 7
ประโยชน์ โทษและการป้องกันอันตรายจากรังสี

หัวข้อเนื้อหาประจำบท

การใช้กัมมันตภาพรังสีในการเกษตรกรรม การใช้กัมมันตภาพรังสีในการแพทย์ การใช้กัมมันตภาพรังสีในด้านอุตสาหกรรม การใช้กัมมันตภาพรังสีหาอายุของวัตถุโบราณ อันตรายจากผลของรังสี การป้องกันอันตรายจากกัมมันตภาพรังสี สัญลักษณ์เตือนกัมมันตภาพรังสี

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้ผู้ศึกษาสามารถ

1. อธิบายการใช้กัมมันตภาพรังสีในการเกษตรกรรม
2. อธิบายการใช้กัมมันตภาพรังสีในการแพทย์
3. อธิบายการใช้กัมมันตภาพรังสีในด้านอุตสาหกรรม
4. อธิบายการใช้กัมมันตภาพรังสีหาอายุของวัตถุโบราณ
5. อธิบายอันตรายจากผลของรังสี
6. อธิบายการป้องกันอันตรายจากกัมมันตภาพรังสี
7. อธิบายและเขียนภาพสัญลักษณ์เตือนกัมมันตภาพรังสี

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

1.บรรยายและตอบปัญหาซักถามประเด็นข้อสงสัย
2. ศึกษาจากเอกสารประกอบการสอน
3. สรุปและทบทวนเนื้อหาเพิ่มเติมเมื่อจบบทที่ 7
4. ศึกษาแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. วีดีทัศน์
3. สไลด์ประกอบการสอน
4. คำถามท้ายบท

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในห้องเรียน
2. ประเมินผลจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน
3. ประเมินจากการนำเสนอรายงาน

บทที่ 7

ประโยชน์ โทษและการป้องกันอันตรายจากกัมมันตภาพรังสี

กัมมันตภาพรังสีของแต่ละธาตุมีสมบัติที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์และก่อให้เกิดอันตรายได้ โดยขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น ปริมาณพลังงานของกัมมันตภาพรังสีต่อมวลที่ถูกรังสี และความสำคัญของอวัยวะส่วนที่ถูกกัมมันตภาพรังสี อย่างไรก็ตามถึงแม้กัมมันตภาพรังสีจะมีอันตราย แต่ถ้าถูกนำไปใช้อย่างถูกวิธีก็จะมีประโยชน์อย่างมากมาย ไม่ว่าในทางการแพทย์ ทางเกษตรหรือทางอุตสาหกรรมตลอดจนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ จะต้องมีความรู้เรื่องกัมมันตรังสีเป็นอย่างดี รู้จักวิธีใช้อย่างปลอดภัยและวิธีป้องกันอันตรายจากกัมมันตภาพรังสีเหล่านั้นด้วย

การใช้กัมมันตภาพรังสีในการเกษตรกรรม

นักวิทยาศาสตร์อาศัยความรู้ที่ว่า ธาตุกัมมันตภาพรังสีสลายตัวอยู่ตลอดเวลา โดยไม่ขึ้นอยู่กับอิทธิพลภายนอกหรือสิ่งแวดล้อม จึงอาศัยการตรวจติดตามธาตุกัมมันตภาพรังสีมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการเกษตรได้เป็นอย่างดี ตัวอย่างเช่น การวิจัยอัตราการดูดซึมปุ๋ยของต้นไม้ รากต้นไม้จะดูดซึมธาตุกัมมันตภาพรังสี เช่น ฟอสฟอรัส-32 ปะปนอยู่ลงในดินบริเวณใกล้ต้นไม้ รากต้นไม้จะดูดซึมธาตุกัมมันตภาพรังสีเข้าไปแล้วส่งต่อไปยังลำต้นและไปอยู่ที่ใบ เพื่อรอการปรุงอาหาร การตรวจวัดปริมาณการแผ่รังสีของปุ๋ยที่ใบ จะทำให้ทราบถึงปริมาณปุ๋ยที่อยู่ที่ใบ จึงสามารถหาอัตราการดูดซึมของต้นไม้ได้

ในทางการเกษตรยังสามารถใช้สารกัมมันตรังสีเป็นตัวแกะรอย (Tracer) ในการศึกษาเรื่องดินและน้ำในระบบนิเวศ (Ecosystem) อย่างแพร่หลาย เช่น ใช้ไนโตรเจน-15 เป็นตัวแกะรอยศึกษาการดูดซึมของปุ๋ยในพืช ใช้ไอโซโทปรังสีต่างๆ ในการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของธาตุปริมาณน้อย เป็นต้น

การใช้ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีในด้านสัตว์เลี้ยง ได้แก่ การศึกษาการผลิตไข่และน้ำนมของสัตว์ เช่น เป็ด ไก่ และโค เป็นต้น เป็นที่ทราบกันดีว่า การผลิตน้ำนมของโคนั้นมีความสัมพันธ์กับต่อมไทรอยด์ซึ่งเป็นต่อมที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับไอโอดีน โดยการใช้ไอโอดีน-131 ซึ่งเป็นธาตุกัมมันตรังสีผสมในอาหารสัตว์ และติดตามวัดปริมาณการดูดซึมไอโอดีน-131 ไปยังส่วนต่างๆ ของ

ร่างกายสัตว์จะทำให้ทราบว่า การทำงานของต่อมไทรอยด์เพิ่มขึ้นขณะที่โคเริ่มมีน้ำนมและพบอีกว่าอัตราการทำงานของต่อมนี้จะลดลงเมื่ออาการร้อน เป็นผลให้อัตราการผลิตน้ำนมลดลงด้วย

นักวิทยาศาสตร์ยังพบอีกว่า รังสีจากธาตุกัมมันตรังสีสามารถทำให้สิ่งมีชีวิตกลายพันธุ์ได้ เช่น รังสีจากธาตุกัมมันตรังสีจะทำให้โครโมโซมในเมล็ดพันธุ์พืชเปลี่ยนไป เมื่อนำเมล็ดพืชไปเพาะก็จะได้พืชพันธุ์ใหม่ พบว่าโอกาสที่จะได้พืชพันธุ์ใหม่ที่ดีโดยวิธีนี้มีน้อย อย่างไรก็ตามในปัจจุบันนี้ก็มีพืชพันธุ์ดีหลายสิบชนิดทั้งพันธุ์ไม้ดอกและไม้ผลที่เกิดจากวิธีการนี้

นอกจากสามารถกลายพันธุ์พืชแล้ว รังสีจากธาตุกัมมันตภาพรังสียังช่วยกำจัดแมลงได้ด้วย ซึ่งทำได้โดยใช้รังสีอาบแมลงหรือตัวอ่อนของแมลงซึ่งอยู่ในอาหารโดยตรง เพื่อทำให้อะตอมในเซลล์ของแมลงแตกตัวเป็นไอออน ซึ่งจะทำให้แมลงตายในที่สุด และอีกวิธีหนึ่งคือนำเอาเฉพาะแมลงตัวผู้มาอาบรังสี เพื่อให้เป็นหมันจะได้ไม่สามารถแพร่พันธุ์ได้อีกต่อไป

เทคนิคการใช้แมลงที่เป็นหมัน คือ วิธีการควบคุมประชากรแมลงโดยปล่อยแมลงชนิดเดียวกันที่ทำให้เป็นหมันด้วยรังสีไปในธรรมชาติจำนวนมากต่อเนื่องกันหลายรุ่น เมื่อแมลงตัวเมียผสมพันธุ์กับแมลงตัวผู้ที่เป็นหมันจะไม่สามารถแพร่พันธุ์ต่อไปได้ มีผลทำให้ประชากรแมลงค่อยๆลดลง ข้อดีของวิธีการนี้คือไม่ทำลายแมลงที่เป็นประโยชน์และไม่มีสารพิษตกค้าง

ประโยชน์อีกอย่างหนึ่งของการใช้รังสีจากธาตุกัมมันตรังสีคือ การถนอมอาหาร เพราะรังสีนี้สามารถฆ่าแบคทีเรีย เชื้อรา และยีสต์ที่มีอยู่ทั่วไปในอาหารได้ ทำให้อาหารไม่เน่าหรือเน่าช้ากว่าปกติ เช่น แหนมฉายรังสี เป็นการใช้รังสีทำลายเชื้อโรคท้องร่วงในแหนม และสามารถเก็บได้นานถึง 10-12 วัน ที่อุณหภูมิห้อง และประมาณ 2 เดือน หากเก็บในตู้เย็น นอกจากนี้ รังสียังช่วยป้องกันการงอกของพืชผักบางชนิด เช่น มันฝรั่ง หัวหอม ได้ด้วย ปริมาณรังสีที่ใช้ในการถนอมอาหารแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ดังนั้น ในการนำอาหารที่อาบรังสีมาบริโภค จะต้องแน่ใจก่อนว่าไม่มีอันตรายใดๆ ตามข้อกำหนดความปลอดภัยของอาหารฉายรังสี อาหารใดๆ ก็ตามที่ผ่านการฉายรังสีในปริมาณเฉลี่ยไม่เกิน 10 กิโลเกรย์ ไม่ก่อให้เกิดโทษอันตราย และอาหารที่ผ่านการฉายรังสีจะมีตราสัญลักษณ์ ดังภาพที่ 7.1 ติดบนบรรจุภัณฑ์ เพื่อให้ผู้บริโภคได้ทราบและมีโอกาสเลือกซื้อ

ภาพที่ 7.1 สัญลักษณ์อาหารที่ผ่านการฉายรังสี
ที่มา: (กรรติกา ศิริเสนา, 2550, น. 57)

การฉายรังสีอาหาร กล่าวโดยสรุปแล้ว มีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีการสูญสียอาหารน้อยลง และให้อาหารมีความปลอดภัยมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ผลิตผลแต่ละชนิดที่ผ่านกระบวนการฉายรังสีจะต้องได้รับความเห็นชอบจากหน่วยงานที่ควบคุมโดยตรงก่อน จึงจะนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ได้

ตารางที่ 7.1 การฉายรังสีอาหารที่ส่งผลต่อผลิตผลการเกษตร

วัตถุประสงค์ของการฉายรังสี	**ปริมาณรังสี (กิโลเกรย์)**	**ผลิตผลการเกษตร**
ยับยั้งการงอกของผลิตผลประเภทพืชหัว	0.05 – 0.15	มันฝรั่ง หัวหอม กระเทียม ฯลฯ
ควบคุมการแพร่พันธุ์ของแมลง	0.15 – 0.5	ธัญพืช ผลไม้สดและแห้ง ปลาและเนื้อแห้ง ฯลฯ
ชะลอการสุกของผลไม้	0.25 – 1.0	กล้วย มะม่วง มะละกอ ฯลฯ
ยืดอายุให้เน่าเสียช้าลง	1.0 – 3.0	สตรอเบอรี่ เห็ด ปลาสด ฯลฯ
กำจัดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและที่ทำให้อาหารเน่าเสีย	1.0 – 7.0	อาหารทะเลสดและแช่แข็ง เนื้อสดและแช่แข็ง
ทำให้ปลอดเชื้อ	30 - 50	เนื้อ สัตว์ปีก อาหารสำเร็จรูปสำหรับผู้ป่วยและนักบินอวกาศ
กำจัดแมลงและจุลชีพ	10 – 50	เครื่องเทศ สมุนไพร เอนไซม์

ที่มา: (กรรติกา ศิริเสนา, 2550, น. 56)

มาตราฐานสากลเกี่ยวกับอาหาร (codex) กำหนดไว้ว่า รังสีแกมมาที่ใช้ในการฉายรังสีอาหารต้องเป็นโคบอลต์-60 หรือซีเซียม-137 เท่านั้น ส่วนอนุภาคอิเล็กตรอนที่ใช้ต้องมีพลังงานต่ำกว่า 10 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์ และรังสีเอกซ์ต้องต่ำกว่า 5 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์ ทั้งนี้ เพื่อไม่ให้เกิดสารกัมมันตรังสีตกค้างในอาหาร (พูนทรัพย์ มิตรสัมพันธ์, 2550)

การใช้กัมมันตภาพรังสีในการแพทย์

รังสีจากธาตุกัมมันตภาพรังสีสามารถตรวจและรักษาโรคได้หลายชนิด เช่น การใช้รังสีแกมมาจากโคบอลต์-60 ในการรักษาโรคมะเร็ง โดยฉายรังสีแกมมาเข้าไปทำลายเซลล์มะเร็ง หรือการใช้รังสีแกมมาจากโซเดียม-24 ซึ่งอยู่ในรูปของเกลือโซเดียมคลอไรด์ในการศึกษาลักษณะการหมุนเวียนของโลหิต โดยการฉีดสารดังกล่าวเข้าไปในเส้นเลือด และติดตามการแผ่รังสีจากสารจะทำให้ทราบว่ามีการอุดตันหรือการหมุนเวียนของเลือดไม่สะดวกในบางส่วนของระบบการไหลเวียนโลหิตหรือไม่ นอกจากนี้ยังมีการใช้รังสีแกมมาจากไอโอดีน-131 ในการตรวจดูการทำงานและรักษาโรคอันเกิดจากต่อมไทรอยด์ด้วย

การใช้รังสีวิทยาในการวินิจฉัยโรคนั้น มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ได้ภาพทางกายวิภาคของอวัยวะที่ต้องการตรวจ เทคนิคที่ใช้กันมากที่สุด ได้แก่ การใช้รังสีเอกซ์ในการตรวจปอดและดูรากฟัน ปริมาณรังสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับอวัยวะที่ตรวจ เช่น ในกรณีปอดและฟันจะอยู่ในช่วงประมาณ 0.1 มิลลิซีเวิร์ต เทคนิคการถ่ายภาพตัดขวางของอวัยวะโดยอาศัยคอมพิวเตอร์ในการสร้างประกอบภาพ ทำให้ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีมากกว่าแบบธรรมดา แต่ได้ภาพที่ละเอียดกว่า ซึ่งทำให้วินิจฉัยโรคได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น

การวินิจฉัยโรคโดยให้สารเภสัชรังสีแก่ผู้ป่วยแล้ววัดรังสีแกมมาหรือโฟตอนที่แผ่ออกมาและอาศัยคอมพิวเตอร์สร้างประกอบภาพให้ได้ภาพของอวัยวะแบบสามมิติ สารเภสัชรังสี คือ สารประกอบหรือสารประกอบเชิงซ้อนที่มีนิวไคลด์กัมมันตรังสีเกาะติดอยู่ในโมเลกุล เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกดูดซับโดยอวัยวะที่ต้องการตรวจเพื่อวินิจฉัยความผิดปกติ

การบำบัดโรคด้วยรังสีหรือรังสีบำบัด (Radiotherapy) เพื่อทำลายเนื้อเยื่อเฉพาะแห่งที่ผิดปกติ โดยพยายามรักษาเนื้อเยื่อปกติที่อยู่ข้างเคียงให้มากที่สุด รังสีบำบัดอาจทำได้สองทาง คือ ให้ผู้ป่วยกินหรือฉีดสารกัมมันตรังสีเข้าไปภายในร่างกาย เช่น ใช้ไอโอดีน-131 ในการรักษาโรคภาวะต่อมไทรอยด์ทำงานเกิน และอีกวิธีหนึ่ง คือ การให้ผู้ป่วยรับรังสีจากภายนอกร่างกาย อาจจะทำได้โดยใช้รังสีจากเครื่องกำเนิดรังสี เช่น การฝังลวดอิริเดียม-192 ที่หน้าอกเพื่อรักษาโรคมะเร็ง เป็นต้น (ชวลิต ศัยนันทน์, 2541)

การใช้กัมมันตภาพรังสีในด้านอุตสาหกรรม

การใช้รังสีจากธาตุกัมมันตรังสีในอุตสาหกรรมที่สำคัญพอสรุปได้ ดังนี้

ในอุตสาหกรรมที่มีการนำโลหะไปผลิตเป็นอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนต่างๆ มีการควบคุมความหนาของแผ่นโลหะให้สม่ำเสมอตลอดแผ่น ทำได้โดยการหยุดเครื่องรีดแผ่นเป็นครั้งๆ ไป แต่การทำเช่นนี้ทำให้อัตราการผลิตต่ำ การใช้รังสีจากธาตุกัมมันตรังสีจะช่วยให้สามารถตรวจสอบได้โดยไม่ต้องหยุดเครื่องรีดแผ่นโลหะ

เครื่องรีดแผ่นโลหะมีหลักการโดยย่อดังนี้ ใช้ธาตุกัมมันตรังสีที่ให้รังสีบีตาเป็นแหล่งกำเนิดรังสีโดยปล่อยรังสีตกตั้งฉากกับแผ่นโลหะซึ่งกำลังเคลื่อนออกมาจากเครื่องวัด ตั้งเครื่องวัดรังสีไว้ที่ด้านตรงข้ามกับแหล่งกำเนิดรังสีโดยมีแผ่นโลหะอยู่ตรงกลาง ถ้าแผ่นโลหะมีความหนาผิดไปจากที่กำหนดไว้ จะทำให้ปริมาณรังสีที่วัดได้มีค่าผิดไปด้วย โดยเครื่องวัดรังสีจะส่งสัญญาณไฟฟ้ากลับไปยังเครื่องรีดเพื่อปรับอัตราการรีดให้ได้ความหนาตามมาตรฐานที่ตั้งไว้

การตรวจสอบความเรียบร้อยในการเชื่อมโลหะ เช่น การเชื่อมท่อ การต่อท่อที่ใช้สำหรับความดันสูง การเชื่อมตัวเรือดำน้ำ การตรวจสอบประเภทนี้สามารถทำได้โดยใช้รังสีแกมมา ซึ่งสามารถทะลุผ่านแผ่นโลหะได้ โดยนำกัมมันตรังสีที่ให้รังสีแกมมาวางไว้ด้านหนึ่งของสิ่งที่ต้องการตรวจสอบ แล้วใช้จอหรือแผ่นฟิล์มรับรังสีด้านตรงข้ามกับของสิ่งนั้น เมื่อนำฟิล์มไปล้างสามารถเห็นภาพภายในวัตถุได้ว่ามีรอยร้าวหรือโพรงหรือไม่ การตรวจสอบดังกล่าวจะช่วยประหยัดเวลาและแรงงานมากว่าวิธีอื่นๆ เป็นอันมาก

นอกจากนี้ ยังมีการนำสารกัมมันตรังสีกับอุตสาหกรรมอัญมณี เพื่อเปลี่ยนสีของหินรัตนชาติให้มีสีสันสวยงาม เป็นที่ต้องการของตลาดและเพิ่มมูลค่าให้สูงขึ้น ซึ่งหินรัตนชาติมีสีเพราะมีธาตุ เช่น ไททาเนียม โครเมียม แมงกานีส เหล็ก โคบอลต์ เจือปนอยู่เล็กน้อย เป็นต้น ตัวอย่างเช่น เบริลที่มีโครเมียมเจือปนจะมีสีเขียว (Emerald) มีเหล็กเจือปนจะมีสีน้ำเงิน (Aquamarine) มีแมงกานีสเจือปนจะมีสีชมพู (Morganite) สีของหินเกิดจากคุณสมบัติการดูดซับแสงในสเปกตรัมแสงที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าของอิเล็กตรอนในแถบวาเลนซ์ของธาตุเจือปนนั่นเอง

รังสีกระตุ้นให้อิเล็กตรอนที่มีพลังงานเฉพาะบางตัวของธาตุที่เจือปนอยู่หลุดออกจากตำแหน่งเดิม สีใหม่ที่เกิดขึ้นอยู่กับตำแหน่งใหม่ที่อิเล็กตรอนถูกกระตุ้นไปอยู่ และขึ้นอยู่กับประจุของอะตอมที่อยู่รอบ ๆ อย่างไรก็ตาม สีใหม่นี้อาจจะไม่อยู่คงทนถาวร แต่จะค่อยๆจาง หายกลับคืนสู่สภาวะสีเดิมได้

การใช้กัมมันตภาพรังสีหาอายุของวัตถุโบราณ

การหาอายุของวัตถุโบราณมีความสำคัญมากกับวัตถุโบราณคดี และธรณีวิทยา การหาอายุวัตถุโบราณนี้มีหลายวิธี แต่วิธีที่ใช้มันมากวิธีหนึ่งคือ การหาอายุด้วยคาร์บอน-14 อาศัยหลักที่ว่าองค์ประกอบสำคัญของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายคือ ธาตุคาร์บอน โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของคาร์บอน-12 ซึ่งเป็นธาตุเสถียร และมีคาร์บอน-14 ซึ่งเป็นธาตุกัมมันตรังสีที่มีปริมาณน้อย เมื่อคาร์บอนรวมตัวกับออกซิเจนเป็นคาร์บอนจากพืชอีกต่อหนึ่ง คาร์บอน-14 ในสิ่งมีชีวิตจะสลายด้วยครึ่งชีวิต 5,730 ปี ซึ่งนับได้ว่าค่อนข้างนาน ดังนั้น ในขณะที่มีชีวิตอยู่ อัตราส่วนของคาร์บอน-14 ต่อ คาร์บอน-12 ในร่างกายของสัตว์หรือพืชได้จากอัตราส่วนดังกล่าว เช่น ในการตรวจวิเคราะห์โครงกระดูกชิ้นหนึ่ง พบว่าอัตราส่วนของคาร์บอน-14 ต่อ คาร์บอน-12 มีอยู่เพียงร้อยละ 50 ของกระดูกสัตว์ชนิดเดียวกันที่เพิ่งเสียชีวิตใหม่ๆ แสดงว่าเจ้าของโครงกระดูกนั้นได้ตายมาแล้วประมาณ 5,700 ปี (ประทีป ชูหมื่นไวย์, 2544)

อันตรายจากผลของรังสี

ผลของรังสีที่มีต่อร่างกายของมนุษย์ นอกจากก่อให้เกิดอันตรายต่อเซลล์ที่ได้รับรังสีโดยตรงแล้ว ยังมีผลถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ หากเซลล์เหล่านั้นเป็นเซลล์ในระบบอวัยวะสืบพันธุ์ เมื่อเซลล์ได้รับรังสี จะทำให้เกิด mitotic delay หรือ division delay การแบ่งตัวของเซลล์จะช้าลง ขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ได้รับและระยะในวงจรชีวิตของเซลล์ เซลล์บางเซลล์อาจจะตายเพราะเกิด chromosome aberration (ศูนย์บริหารความปลอดภัย, 2555)

กลุ่มอาการจากรังสีสามารถแบ่งออกได้หลายลักษณะดังนี้คือ

1. ผลเฉียบพลันจากรังสี (acute radiation effect) เป็นกลุ่มอาการซึ่งเกิดขึ้นเฉียบพลัน อาจจะปรากฏขึ้นทันทีหลังได้รับรังสี หรือเกิดขึ้นภายใน 1-2 เดือนหลังได้รับรังสี

2. ผลเรื้อรังจากรังสี (late radiation effect) เป็นกลุ่มอาการที่เกิดขึ้นหลังได้รับรังสีไปนานแล้วอาจจะใช้เวลาเป็นปีหรือหลาย ๆ ปีขึ้นไป

3. รังสีขนาดที่ทำให้ตายได้ (early lethal effect) เป็นผลเฉียบพลันจากรังสีขนาดที่ทำให้ตายได้ การตายอย่างเฉียบพลันเนื่องจากได้รับรังสีอาบทั้งตัวจะเกิดขึ้นช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ได้รับ อัตรารังสี อายุ เพศ สปีชีส์ ฯลฯ

การป้องกันอันตรายจากกัมมันตภาพรังสี

โดยทั่วไปมนุษย์ได้รับกัมมันตภาพรังสีจากสภาพแวดล้อมในธรรมชาติอยู่ตลอดเวลา แต่ในปริมาณที่น้อยจึงไม่เป็นอันตรายใด ๆ การบำบัดโรคด้วยสารกัมมันตภาพรังสีหรือการตั้งถิ่นฐานอยู่ใกล้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ จะทำให้ร่างกายได้รับกัมมันตภาพรังสีในปริมาณสูง แต่ก็ยังไม่เป็นอันตรายเฉียบพลันเหมือนกับอยู่ในเหตุการณ์การระเบิดของระเบิดปรมาณูหรือการระเบิดในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ อาการที่ปรากฏหลังจากที่ร่างกายได้รับกัมมันตภาพรังสี จะมีอาการคลื่นไส้ เบื่ออาหาร ปวดศีรษะ ถ้าอาการหนักผมอาจร่วง แต่ส่วนใหญ่แล้วอาการเหล่านี้จะไม่ปรากฏในทันที ดังนั้นประชาชนและผู้เกี่ยวข้องกับกัมมันตภาพรังสีจึงไม่ใส่ใจต่อการป้องกันอันตราย

เมื่อเนื้อเยื่อของร่างกายได้รับกัมมันตภาพรังสีจะทำให้อิเล็กตรอนหลุดจากอะตอม หรือพันธะเคมีเสียหายทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเซลล์ ความเสียหายมีตั้งแต่เล็กน้อยร่างกายสามารถรักษาตัวเองได้ จนถึงเสียหายมากขึ้นอยู่กับปริมาณของกัมมันตภาพรังสีและระยะเวลาที่ได้รับ โดยเฉพาะเนื้อเยื่อสมองและเนื้อเยื่อบริเวณอวัยวะสืบพันธุ์เป็นตำแหน่งของร่างกายที่ไวต่อการรับกัมมันตภาพรังสีมากที่สุด สำหรับเนื้อเยื่อบริเวณอวัยวะสืบพันธุ์ที่ทำหน้าที่สร้างอสุจิและไข่ เมื่อได้รับกัมมันตภาพรังสี อาจทำให้โครโมโซมของเซลล์มีการเปลี่ยนแปลง ถ้าเป็นการเปลี่ยนแปลงชนิดถาวร เมื่อมีการผสมพันธุ์ผลของการเปลี่ยนแปลงนี้จะถูกถ่ายทอดสู่ลูกหลาน เป็นผลให้เกิดการกลายพันธุ์

นอกจากที่กล่าวมา การปนเปื้อนกัมมันตภาพรังสีก็อาจเกิดจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เพราะสถานที่เหล่านี้มีของที่ปนเปื้อนด้วยสารกัมมันตภาพรังสี จากโรงงานที่ใช้เตาปฏิกรณ์ปรมาณู และโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เพราะสถานที่เหล่านี้มีของที่ปนเปื้อนด้วยสารกัมมันตภาพรังสีรวมอยู่ด้วยและถ้าไม่มีระบบกำจัดของเสียที่ถูกต้องและเหมาะสม ก็จะทำให้มีการแพร่กระจายกัมมันตภาพรังสี ซึ่งจะทำให้สภาพแวดล้อมเสียหายและเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ได้ (กรรติกา ศิริเสนา, 2550)

ตารางที่ 7.2 ผลของปริมาณรังสีต่อร่างกาย

ปริมาณรังสี (มิลลิซีเวิร์ต)	อาการ
1	เกณฑ์สูงสุดที่อนุญาตให้สาธารณชนได้รับใน 1 ปี (เป็นปริมาณรังสีที่มากที่สุดที่คาดว่าจะไม่ทำให้เกิดอันตราย)
20	เกณฑ์สูงสุดที่อนุญาตให้ผู้ปฏิบัติงานทางรังสีได้รับใน 1 ปี
250	ไม่ปรากฏอาการผิดปกติใดๆ ทั้งระยะสั้นและระยะยาว
500	เม็ดเลือดขาวลดลงเล็กน้อย
1000	มีอาการคลื่นไส้ และอ่อนเพลีย เม็ดเลือดขาวลดลง
3,000	อ่อนเพลีย อาเจียน ท้องเสีย เม็ดเลือดขาวลดลง ผมร่วง เบื่ออาหาร ซีด คอแห้ง มีไข้ อาจเสียชีวิตภายใน 3-6 สัปดาห์
6,000	อ่อนเพลีย อาเจียน ท้องเสียภายใน 1-2 ชั่วโมง เม็ดเลือดขาวลงลดอย่างรวดเร็ว ผมร่วง มีไข้ อักเสบในปากและลำคอ
10,000	มีอาการเหมือนข้างต้น เสียชีวิตภายใน 2 สัปดาห์

ที่มา: (จารุณี ทองผาสุก และสมพร จองคำ, 2544, น. 19)

ในกรณีที่ต้องการป้องกันอันตรายจากรังสีที่อยู่ภายนอกร่างกาย ไม่จำเป็นต้องใช้กับต้นกำเนิดรังสีที่ปล่อยอนุภาคอัลฟาและบีตา เพราะรังสีดังกล่าว ไม่สามารถทะลุผ่านเข้าไปในร่างกายมนุษย์ได้ แต่จะใช้ป้องกันต้นกำเนิดรังสีที่ปล่อยรังสีเอกซ์ รังสีแกมมา และอนุภาคนิวตรอน โดยสิ่งที่ต้องคำนึงได้แก่ ระยะเวลา (time) ระยะทาง (distance) และเครื่องกำบังรังสี (shielding)

1. ระยะเวลา

ควรใช้เวลาในการปฏิบัติงานบริเวณรังสีให้น้อยที่สุด โดยอาศัยสมการคำนวณ ดังนี้

เวลาที่ใช้ทำงาน = ปริมาณรังสีสูงสุดที่ให้ผู้ปฏิบัติงานรับได้/ระดับรังสีที่เครื่องวัดรังสีวัดได้

หมายเหตุ ปริมาณรังสีสูงสุดที่ผู้ปฏิบัติงานทางรังสีรับได้นั้น กำหนดโดย IAEA และ ICRP โดยกำหนดไว้สำหรับผู้ปฏิบัติงานทางรังสีว่า

ในเวลา 1 ปี หรือ 50 สัปดาห์ในการทำงานทางรังสีโดยแต่ละสัปดาห์จะทำงาน 5 วันวันละ 8 ชั่วโมงสามารถถูกรังสีได้ในปริมาณ 5 rem / ปี

ตัวอย่างที่ 7.1 กำหนดให้ปริมาณรังสีสูงสุดที่ให้ผู้ปฏิบัติงานรับได้ในหนึ่งเดือนมีค่า 500 mR ถ้าบริเวณที่ปฏิบัติงานวัดระดับรังสีได้ 1000 mR/hr ผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานได้นานเท่าไร

<u>ตอบ</u> จากเวลาที่ใช้ทำงาน

$$= \frac{500mR/day}{1000mR/hr} \qquad = \frac{1}{2} hr/day$$

= 0.5 ชั่วโมงต่อการทำงานใน 1 เดือน

2. ระยะทาง

ควรให้ผู้ปฏิบัติงานอยู่ห่างจากต้นกำเนิดของเสียงมากที่สุดพิจารณาต้นกำเนิดรังสีเป็นจุดให้รังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมา และอาศัยกฎกำลังสองผกผัน หาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของระดับรังสีที่จุดใด ๆ ห่างจากต้นกำเนิดรังสีดังกล่าวเป็นระยะ R ได้ดังนี้

$$I\alpha \frac{1}{R^2}$$

ดังนั้น $$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2$$

หรือ $$I_1 R_1^2 = I_2 R_2^2 \qquad (7.1)$$

เมื่อ I_1 และ I_2 เป็นความเข้มของรังสีของต้นกำเนิดรังสีที่ระยะ R_1 และ R_2 ตามลำดับ ค่าคงตัวจำเพาะของรังสีแกมมาที่ต้นกำเนิดรังสีให้ออกมา ที่ระยะห่างจากต้นกำเนิดรังสีที่ระยะ 1 เมตร แสดงดังตารางที่ 7.3

ตารางที่ 7.3 ค่าคงตัวจำเพาะของรังสีแกมมาของต้นกำเนิดรังสีบางชนิด

ชนิดของต้นกำเนิดรังสี	ค่าคงตัวจำเพาะของรังสีแกมมา (Γ)
^{60}Co	$1.32R/hr \cdot Ci$ ที่ระยะ 1 เมตร
^{137}Cs	$0.33R/hr \cdot Ci$ ที่ระยะ 1 เมตร
^{192}Ir	$0.48R/hr \cdot Ci$ ที่ระยะ 1 เมตร
^{85}Kr	$0.0012R/hr \cdot Ci$ ที่ระยะ 1 เมตร (ไม่คิด Bremsstrahlung)

ที่มา: (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชและสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ, 2544, น. 51)

ตัวอย่างที่ 7.2 ในการปฏิบัติงานกับต้นกำเนิดรังสี ^{192}Ir ความแรงรังสี 4 คูรี ถ้าความเข้มของระดับรังสีของต้นกำเนิดรังสี ^{192}Ir ความแรง 1 คูรี ที่ระยะทาง 1 เมตร มีค่า $0.48\,R/hr$ จงหาความเข้มของระดับที่ระยะ 0.1 เมตร

<u>วิธีทำ</u> ความเข้มของ ^{192}Ir 4 คูรี ที่ระยะ 1 เมตรมีค่า $4 \times 0.48 \quad R/hr$

จาก $I_1R_1^2 = I_2R_2^2$

จะได้ว่า $4 \times 0.48\,R/hr\,(1\ m)^2 = I_2\,(0.1\ m)^2$

ดังนั้นความเข้มของระดับรังสีที่ระยะสูง 0.1 เมตรคือ $I_2 = 1.92 \times 10^2\,R/hr$

3. เครื่องกำบังรังสี

ในการป้องกันรังสีควรใช้เครื่องกำบังรังสีให้เหมาะสม โดยใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$I = I_0 e^{-\mu x} \tag{7.2}$$

เมื่อ I_0 เป็นความเข้มของระดับรังสีของต้นกำเนิดผ่านอากาศในหน่วย mR/hr

μ เป็นสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงเส้นของวัตถุที่ใช้ กำบังรังสี ในหน่วย cm^{-1}

x เป็นค่าความหนาของเครื่องกำบังรังสี ในหน่วย cm

สำหรับการค่าความหนาของตัวกลางที่ทำให้ระดับความเข้มของรังสีลดลงครึ่งหนึ่งของความเข้มเดิม (HVL) หาได้ดังนี้

จาก $I = \frac{I_0}{2}$ จะได้ว่า

$$\frac{I_0}{2} = I_0 e^{-\mu x}$$

$$\mu X = In2$$

ดังนั้น $$X = \frac{In2}{\mu} = \frac{0.693}{\mu} \tag{7.3}$$

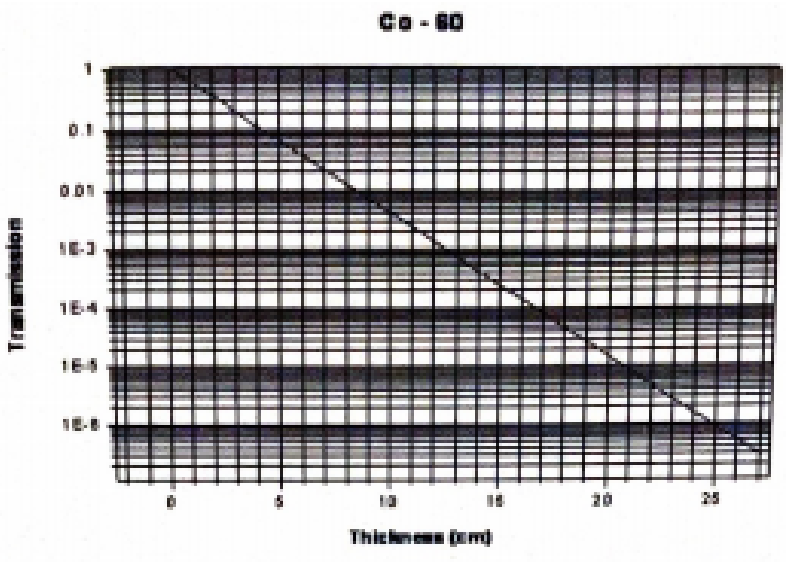
ค่าความหนาของตัวการที่ทำให้ระดับความเข้มของรังสีลดลง $\frac{1}{10}$ เท่าของเข้มเดิม (HVL) หาได้ดังนี้

ถ้า $I = \frac{1}{10}$ จะได้ว่า

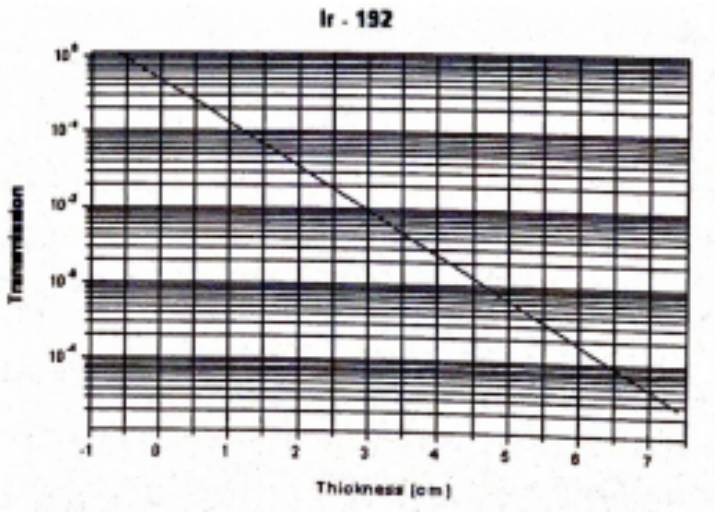
$$\frac{I_0}{10} = I_0 e^{-\mu x}$$

ดังนั้น $$\mu X = \frac{In10}{\mu} = \frac{2.302}{\mu} \qquad (7.4)$$

ค่าความหนาของวัสดุกำบังรังสีที่สามารถลดระดับความเข้มของรังสีให้เหลือร้อยละ 50 และร้อยละ 10 ของปริมาณเดิมก่อนผ่านวัสดุกำบังรังสี



ภาพที่ 7.2 กราฟแสดงค่าการลดระดับความเข้มของรังสีแกมมาจาก ^{60}Co
ที่มา: (สำนักงานสภาสถาบันราชภัฏและสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ, 2541, น. 73)



ภาพที่ 7.3 กราฟแสดงค่าการลดระดับความเข้มของรังสีแกมมาจาก ^{192}Ir
ที่มา: (สำนักงานสภาสถาบันราชภัฏและสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ, 2541, น. 73)

ตัวอย่างที่ 7.3 ในการถ่ายภาพรังสีของชิ้นงานหนึ่งด้วยต้นกำเนิดรังสี ^{60}Co เมื่อวัดรังสีบริเวณปฏิบัติงานขณะถ่ายภาพ พบว่าได้ค่า $1000mR/hr$ ดังนั้น เพื่อต้องการลดระดับความเข้มของรังสีบริเวณที่ต้องปฏิบัติงานภาพถ่ายให้เหลือ $1R/hr$ จากต้องใช้ตะกั่วหนาเท่าไรมาใช้กำบังรังสีให้ผู้ปฏิบัติงาน

<u>วิธีทำ</u> ระดับรังสีที่ยังใช้เครื่องกำบัง $I_0 = 1000R/hr$

ระดับรังสีขนาดที่ใช้เครื่องกำกับรังสี $I = 1R/hr$

ดังนั้น $\frac{I}{I_0} = \frac{1}{1000}$

ผู้ปฏิบัติงานควรใช้กำบังจาก ^{60}Co ที่ $\frac{I}{I_0} = \frac{1}{1000}$ มีค่าประมาณ 13 เซนติเมตร

วิธีการป้องกันอันตรายจากรังสี เพื่อไม่ให้ต้นกำเนิดรังสีอยู่ภายนอกร่างกายเกิดการเปรอะเปื้อนเข้าสู่ร่างกายบุคคลได้ ซึ่งสามารถเข้าไปได้ 3 ทาง คือ ทางปาก ทางการหายใจ และทางผิวหนังจึงจำเป็นต้องทราบสมบัติของต้นกำเนิดรังสีที่อยู่ว่ามีสมบัติทางกายภาพและทางเคมีเป็นอย่างไรรวมทั้งสมบัติทางนิวเคลียร์ด้วย จึงจะสามารถหาวิธีป้องกันการเปรอะเปื้อนรังสีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นตอนการป้องกันอันตรายจากรังสีมีดังนี้

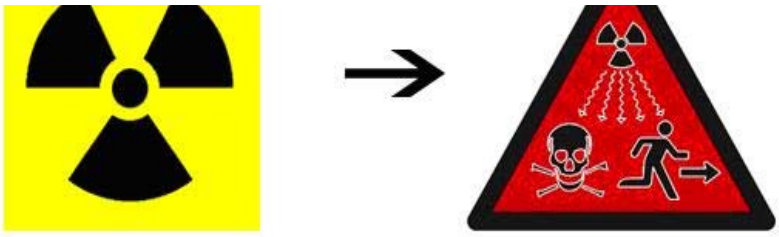
1. สวมชุดปฏิบัติงานให้เหมาะสมกับลักษณะของต้นกำเนิดรังสีที่ใช้เพื่อป้องกันการเปรอะเปื้อนรังสี
2. ตรวจวัดระดับรังสีและการเปรอะเปื้อนรังสีขณะปฏิบัติงานเป็นประจำ
3. ทำการชำระล้างการเปรอะเปื้อนรังสีที่ถูกวิธีและเหมาะสมกับลักษณะของต้นกำเนิดรังสีที่ใช้เมื่อเกิดการเปรอะเปื้อนรังสี
4. ติดเครื่องหมายรังสี แสดงการเปรอะเปื้อนรังสี ในกรณีที่ไม่สามารถชำระการเปรอะเปื้อนรังสีได้ พร้อมทั้งควบคุมบริเวณที่เปรอะเปื้อนรังสี เพื่อป้องกันไม่ให้การเปรอะเปื้อนรังสีแพร่ขยายออกไป

สัญลักษณ์เตือนกัมมันตภาพรังสี

สารกัมมันตรังสีเป็นสารอันตรายประเภทหนึ่งที่ไม่มี สี ไม่มีกลิ่น จึงไม่อาจสังเกตเห็นได้ด้วยสายตา สามารถตรวจสอบได้โดยใช้อุปกรณ์เฉพาะเท่านั้น ดังนั้น บริเวณพื้นที่ที่มีสารกัมมันตรังสีจึงได้กำหนดสัญลักษณ์ขึ้นเป็นใบพัด 3 แฉก ดังภาพที่ 7.4

ภาพที่ 7.4 สัญลักษณ์ใบพัด 3 แฉก
ที่มา: (พูนทรัพย์ มิตรสัมพันธ์, 2550, น. 143)

แต่เนื่องจากสัญลักษณ์ใบพัด 3 แฉก เป็นป้ายเตือนที่มีความหมายไม่ชัดเจน จะรู้เฉพาะบุคคลที่ทำงานทางด้านนิวเคลียร์เท่านั้น ทำให้หน่วยงานปรมาณูระหว่างประเทศร่วมกับองค์กรมาตรฐานสากลได้ออกแบบสัญลักษณ์ขึ้นมาใหม่ เพื่อใช้เตือนอันตรายจากรังสี ซึ่งประกอบด้วยการแผ่รังสี หัวกะโหลกไขว้ และคนวิ่งหนี โดยสัญลักษณ์ทั้ง 3 ใช้สีดำภายใต้พื้นที่สามเหลี่ยมสีแดงกรอบสีดำ ดังภาพที่ 7.5 โดยสัญลักษณ์ใหม่นี้จะใช้คู่กับสัญลักษณ์เดิม



ภาพที่ 7.5 สัญลักษณ์อันตรายของรังสี
ที่มา: (พูนทรัพย์ มิตรสัมพันธ์, 2550, น. 144)

บทสรุป

กัมมันตภาพรังสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์และก่อให้เกิดอันตรายได้ โดยกัมมันตภาพรังสีสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เช่น การนำไนโตรเจน-15 เป็นตัวแกะรอยศึกษาการดูดซึมของปุ๋ยในพืช ใช้ไอโซโทปรังสีต่างๆ เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของธาตุ กัมมันตภาพรังสีที่นำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ เช่น การใช้รังสีแกมมาจากโคบอลต์-60 ในการรักษาโรคมะเร็ง กัมมันตภาพรังสีที่นำมาใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรม เช่น การนำโลหะไปผลิตต่าง ๆ มีการควบคุมความหนาของแผ่นโลหะให้สม่ำเสมอตลอดแผ่น กัมมันตภาพรังสีที่นำมาใช้ในการหาอายุของวัตถุโบราณ โดยการนำคาร์บอน-14 สำหรับอันตรายจากกัมมันตภาพรังสีนั้นขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น ปริมาณพลังงานของกัมมันตภาพรังสีต่อมวลที่ถูกรังสี และความสำคัญของอวัยวะส่วนที่ถูกกัมมันตภาพรังสี โดยปริมาณ 1 มิลลิซีเวิร์ต เป็นเกณฑ์สูงสุดที่อนุญาตให้สาธารณชนได้รับใน 1 ปี สำหรับหลักการป้องกันอันตรายจากกัมมันตภาพรังสีมีข้อควรปฏิบัติ 3 ประการ ได้แก่ คือ ถ้าจำเป็นต้องเข้าใกล้บริเวณที่มีธาตุกัมมันตรังสีควรใช้เวลาสั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ ควรอยู่ห่างบริเวณที่มีธาตุกัมมันตรังสีให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ และควรใช้วัตถุที่กัมมันตภาพรังสีทะลุผ่านได้ยากมาเป็นเครื่องกำบัง นอกจากนี้สัญลักษณ์เตือนกัมมันตภาพรังสี ได้กำหนดสัญลักษณ์ขึ้นเป็นใบพัด 3 แฉก และมีสัญลักษณ์ขึ้นมาใหม่ เพื่อใช้เตือนอันตรายจากรังสีประกอบด้วย การแผ่รังสี หัวกะโหลกไขว้ และคนวิ่งหนี โดยสัญลักษณ์ทั้ง 3 ใช้สีดำภายใต้พื้นที่สามเหลี่ยมสีแดงกรอบสีดำ

คำถามท้ายบทที่ 7

1. จงอธิบายประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีที่ใช้กับทางการเกษตร พร้อมยกตัวอย่างสารกัมมันตรังสีที่ใช้ประโยชน์

2. จงอธิบายประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีที่เกี่ยวข้องกับนักศึกษามากที่สุด พร้อมยกตัวอย่าง

3.กัมมันตรังสีที่ใช้ประโยชน์นักศึกษามีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาในการรับสารรังสีเพื่อการรักษาโรคอย่างไร อธิบาย

4. นักศึกษาเห็นด้วยหรือไม่ ที่ใช้รังสีแกมมาเพื่อถนอมอาหาร และเพื่อการส่งออกให้สามารถบริโภคได้นานขึ้น อธิบายพร้อมเหตุผล

5. จงอธิบายกระบวนการที่ใช้สารกัมมันตรังสีในการเปลี่ยนสีของหิน เพื่อเพิ่มคุณค่าทางสินค้า

6. จงอธิบายวิธีการนำสารกัมมันตรังสีในการหาอายุของวัตถุโบราณ พร้อมยกตัวอย่างสารกัมมันตรังสีที่ใช้

7. จงบอกปริมาณรังสีที่ส่งผลกระทบต่ออันตรายกับร่างกาย

8. นักศึกษามีวิธีการสังเกตและป้องกันอันตรายจากรังสีอย่างไร

9. ในการปฏิบัติงานกับต้นกำเนิดรังสีที่มีความแรงรังสี 5 คูรี ถ้าความเข้มของระดับรังสีของต้นกำเนิดรังสี มีความแรง 2 คูรี ที่ระยะทาง 0.5 เมตร มีค่า 0.48 จงหาความเข้มของระดับที่ระยะ 0.2 เมตร

10. ในกรณีที่นักศึกษาเห็นสัญลักษณ์ หัวกะโหลกไขว้ และคนวิ่งหนี นักศึกษาควรปฏิบัติตัวอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

กรรติกา ศิริเสนา. (2550). **กัมมันตภาพรังสี พลังงานนิวเคลียร์ มนุษย์สิ่งแวดล้อมและสังคม.** กรุงเทพฯ: วิพริ้งท์ (1991).

จารุณี ทองผาสุก และสมพร จองคำ. (2544). **อันตรายจากรังสี.** กรุงเทพฯ: สมาคมนิวเคลียร์แห่งประเทศไทย.

ชวลิต ศัยนันทน์. (2541). **ฟิสิกส์ทั่วไป (สำหรับนักศึกษาวิชาชีพทุกสาขาและนักศึกษาพยาบาล).** นครราชสีมา : วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี นครราชสีมา.

ประทีป ชูหมื่นไวย์. (2544). **ความรู้เรื่องนิวเคลียร์.** กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

พูนทรัพย์ มิตรสัมพันธ์. (2550). **ฟิสิกส์นิวเคลียร์1.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธนบุรี.

รุจพร ชนะชัย และ ละอออทิพย์ ชนะชัย. (2554). **ฟิสิกส์ประยุกต์ทางชีวการแพทย์.** กรุงเทพฯ: สำ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ศูนย์บริหารความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล. (2555). **แนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางรังสี**. กรุงเทพฯ: ทองสุข.

สำนักงานสภาสถาบันราชภัฏและสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ. (2541). **เอกสารการฝึกอบรมหลักสูตรพลังงานนิวเคลียร์และการใช้ประโยชน์.** กรุงเทพฯ.