

ชุดการเรียนรู้

ประโยชน์ของกัมมันตรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชา ฟิสิกส์

รหัส ว33212

ชุดที่ 8



ประโยชน์ของกัมมันตรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

จัดทำโดย

นายอภินันท์ จันทรา

โรงเรียนอุเทนพัฒนา

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22

คำนำ

ชุดการเรียนรู้ชุดนี้ มุ่งให้นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้ด้วยตนเองหรือเป็นกลุ่ม สามารถให้ผู้ศึกษารับรู้ประสบการณ์ จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว33212 เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเนื้อหา ของชุดการเรียนรู้ จำนวน 8 ชุด ดังนี้

- ชุดที่ 1 เรื่อง การค้นพบกัมมันตภาพรังสี
- ชุดที่ 2 เรื่อง การเปลี่ยนสภาพนิวเคลียส
- ชุดที่ 3 เรื่อง การสลายนิวเคลียสกัมมันตรังสี
- ชุดที่ 4 เรื่อง อัตราการสลายตัวของกัมมันตรังสี
- ชุดที่ 5 เรื่อง การสลายนิวเคลียสและไอโซโทป
- ชุดที่ 6 เรื่อง เสถียรภาพของนิวเคลียส
- ชุดที่ 7 เรื่อง ปฏิกิริยานิวเคลียร์
- ชุดที่ 8 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

สำหรับชุดการเรียนรู้ชุดนี้เป็นชุดที่ 8 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่านักเรียนที่ได้อ่านและศึกษา ชุดการเรียนรู้ ชุดนี้ สามารถพาตนเองบรรลุจุดมุ่งหมาย เป็นผู้มีความรู้คุณลักษณะที่พึงประสงค์ และประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่อไป

นายอภิรักษ์ จันทรา
ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการ

สารบัญ

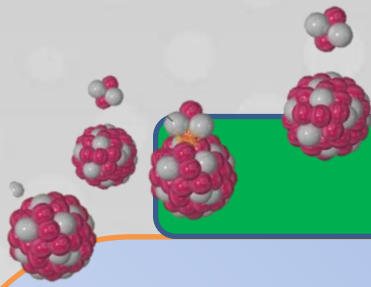
	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	๗
คำชี้แจงสำหรับครู	2
คำชี้แจงสำหรับนักเรียน	3
ผลการเรียนรู้	4
แบบทดสอบก่อนเรียนชุดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์	5
บัตรที่ 1 บัตรคำสั่งชุดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์	8
บัตรที่ 2 บัตรความรู้ชุดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์	10
บัตรที่ 3 บัตรกิจกรรมชุดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์	27
บัตรที่ 4 บัตรเฉลยกิจกรรมชุดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์	30
บัตรที่ 5 บัตรคำถามชุดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์	33
บัตรที่ 6 บัตรเฉลยคำถามชุดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์	35
แบบทดสอบหลังเรียนชุดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์	37
เฉลยแบบทดสอบก่อน - หลังเรียนชุดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์	41
แบบบันทึกพัฒนาการ	42
บรรณานุกรม	43

ชุดที่ 8

ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

ชุดการเรียนรู้ ฟิลิกส์นิวเคลียร์
เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

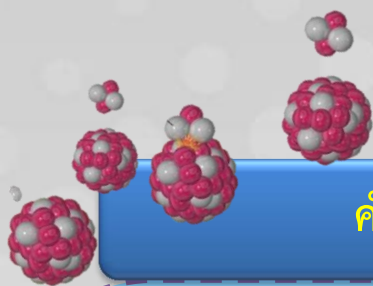




คำชี้แจงสำหรับครู

1. ครูเตรียมวัสดุอุปกรณ์ จัดชั้นเรียนให้พร้อม
2. ครูศึกษาเนื้อหาที่จะสอนให้ละเอียดและศึกษาชุดการเรียนรู้ให้รอบคอบ
3. ก่อนสอนครูต้องเตรียมชุดการเรียนรู้ไว้บนโต๊ะให้เรียบร้อยและให้เพียงพอแก่นักเรียนในแต่ละกลุ่มให้ได้รับคนละ 1 ชุด ยกเว้นสื่อการสอนที่ต้องใช้ร่วมกันทั้งกลุ่ม
4. ครูเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนและวัดผลประเมินผลให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้
5. การสอนแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน ชั้นการเรียนการสอนและชั้นสรุปบทเรียน
6. ก่อนสอนครูต้องชี้แจงให้นักเรียนศึกษาคู่มีนักเรียน ศึกษาการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ ตั้งแต่บัตรคำสั่ง แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรเฉลยกิจกรรม
7. ขณะที่นักเรียนทุกกลุ่มปฏิบัติกิจกรรม ครูไม่ควรพูดเสียงดัง หากมีอะไรจะพูดต้องพูดเป็นรายกลุ่มหรือรายบุคคล ต้องไม่รบกวนกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มอื่น
8. ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ครูต้องเดิมดูการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มอย่างใกล้ชิด หากมีนักเรียนคนใดหรือกลุ่มใดมีปัญหา ครูควรจะไปให้ความช่วยเหลือจนปัญหานั้นคลี่คลาย
9. หากมีนักเรียนคนใดทำงานช้าเกินไป ครูต้องแยกออกมาทำกิจกรรมพิเศษ โดยหากิจกรรมที่เหมาะสมให้กับนักเรียนที่เรียนช้า
10. ถ้านักเรียนคนใดหรือกลุ่มใดทำงานได้เร็วเกินไป ครูก็ควรให้ทำกิจกรรมพิเศษที่เตรียมไว้สำหรับนักเรียนที่เรียนเร็ว
11. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมเสร็จ ครูต้องเน้นให้นักเรียนเก็บชุดการเรียนรู้ของตนไว้ในสภาพเรียบร้อย ห้ามถือติดมือไปด้วย
12. การสรุปบทเรียนควรจะเป็นกิจกรรมร่วมของกลุ่ม หรือตัวแทนกลุ่มร่วมกัน





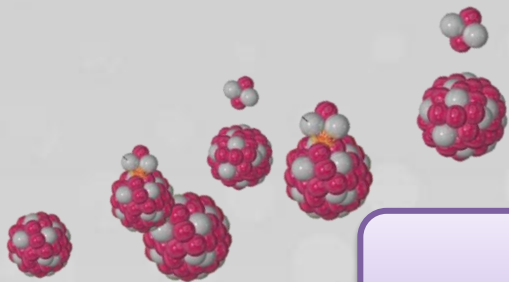
คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

บทเรียนที่นักเรียนใช้อยู่นี้เรียกว่า ชุดการเรียนรู้ เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ นักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง โดยมีจุดประสงค์เพื่อสร้างความเข้าใจ และสามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ ที่กำหนดให้อย่างมีขั้นตอน โดยนักเรียนจะได้รับประโยชน์จากชุดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ด้วยการปฏิบัติตามคำแนะนำต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด

1. ห้ามขีดเขียนสิ่งต่าง ๆ ลงในชุดการเรียนรู้เล่มนี้
2. นักเรียนอ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนลงมือศึกษาชุดการเรียนรู้
3. นักเรียนหาแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 10 ข้อ แล้วตรวจคำตอบจากเฉลย
4. ชุดการเรียนรู้สำหรับศึกษาด้วยตนเอง นักเรียนต้องดำเนินกิจกรรมตามที่กำหนดไว้ในเอกสารสำหรับนักเรียนจนครบขั้นตอน
5. นักเรียนต้องอ่านเนื้อหาไปตามลำดับที่ละหน้าต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ ตั้งแต่หน้าแรกจนหน้าสุดท้าย จะข้ามหน้าใดหน้าหนึ่ง ไม่ได้
6. ถ้ามีคำสั่ง คำถามหรือแบบฝึกทักษะ นักเรียนต้องปฏิบัติตามทุกอย่าง
7. นักเรียนต้องซื่อสัตย์ต่อตนเอง ไม่ดูเฉลย ก่อนที่จะใช้ความสามารถในการตอบคำถามด้วยตนเอง เพราะถ้าทำเช่นนั้น จะไม่ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ขึ้นมาได้เลย
8. เมื่อศึกษาด้วยตนเองจนจบชุดการเรียนรู้แล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ แล้วตรวจคำตอบจากเฉลย
9. ถ้านักเรียนสงสัยหรือไม่เข้าใจในเนื้อหาให้ทบทวนใหม่ ถ้ายังไม่เข้าใจอีกให้สอบถามจากผู้สอน

อ่านแล้วทำตามด้วย
นะครับเพื่อนๆ





ชุดการเรียนรู้ที่ 8 ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

ผลการเรียนรู้

1. บอกประโยชน์ของการใช้กัมมันตภาพรังสี ในด้านเกษตรกรรม การแพทย์ อุตสาหกรรมและการหาอายุของวัตถุโบราณได้
2. บอกหลักการ การใช้พลังงานนิวเคลียร์ จากปฏิกิริยาฟิชชัน ในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้
3. บอกอันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสีและวิธีป้องกัน
4. แสดงความเป็นคนมีความสนใจใฝ่รู้ มุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ในการแสวงหาความรู้



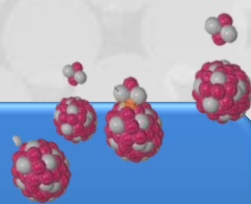
- ทำได้ไหมครับ หลังเรียนเสร็จ
ไว้แก้ตัวใหม่อีกรอบนะครับ





กระดาษคำตอบ

ชุดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสี
และพลังงานนิวเคลียร์



แบบทดสอบก่อนเรียน

คะแนนที่ได้

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง		ข้อ	ก	ข	ค	ง
1						6				
2						7				
3						8				
4						9				
5						10				



บัตรที่ 1

บัตรคำสั่งสำหรับประธานกลุ่ม

ประธานกลุ่มอ่านบัตรคำสั่ง แล้วมอบหมาย
งานให้สมาชิกปฏิบัติตามหน้าที่ที่กำหนด
และเริ่มต้นศึกษาชุดการเรียนรู้จากบัตรที่ 2
ถึง 6 ให้เป็นไปตามเวลาที่กำหนด ในแต่ละ
กิจกรรม



บัตรคำสั่ง (สำหรับประธาน)

ชุดที่ 8 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์
ชุดการเรียนรู้ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. ให้ประธานกลุ่มมอบหมายหน้าที่ให้แก่สมาชิกในกลุ่ม ดังนี้
 - 1.1 ผู้ควบคุมเวลา ทำหน้าที่รักษาเวลาในการทำกิจกรรมเพื่อให้เสร็จทันเวลาทุกกิจกรรม
 - 1.2 ผู้อ่าน ทำหน้าที่อ่านข้อความในบัตรความรู้ บัตรกิจกรรมและบัตรคำถาม อ่านคำสั่งให้สมาชิกในกลุ่มฟัง ประธานกลุ่มชี้แจงให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนเป็นผู้ฟังและร่วมอภิปราย
 - 1.3 ผู้จัดบันทึก ทำหน้าที่จัดบันทึกผลการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของกลุ่ม
2. ประธานนำแบบทดสอบก่อนเรียนชุดการเรียนรู้ที่ 8 ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์ การให้สมาชิกในกลุ่มได้ทำแบบทดสอบก่อนเรียนเป็นรายบุคคล (ใช้เวลา 10 นาที)
3. ประธานนำบัตรที่ 2 บัตรความรู้ชุดการเรียนรู้ที่ 8 ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์ มอบให้สมาชิกที่ทำหน้าที่อ่าน อ่านข้อความในบัตรความรู้ และชี้แจงให้สมาชิกที่เหลือฟัง ผู้จับเวลาทำหน้าที่จับเวลาไปด้วย เพื่อให้การทำกิจกรรมเป็นไปตามเวลาที่กำหนด สมาชิกที่ทำหน้าที่จัดบันทึก จดเนื้อหาประเด็นสำคัญๆ ไว้เพื่ออภิปรายเวลาทำบัตรกิจกรรม (ใช้เวลา 20 นาที)
4. ประธานกลุ่มมอบบัตรที่ 3 บัตรกิจกรรมชุดการเรียนรู้ที่ 8 ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์ ให้ผู้อ่าน อ่านรายละเอียดของกิจกรรมที่กำหนดให้สมาชิกทุกคนได้ร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมและอภิปรายแล้วจัดบันทึกผู้เขียนสรุปความรู้ลงในบัตรกิจกรรมตามความคิดเห็นและตามมติของกลุ่มในกิจกรรม เสร็จแล้วตรวจคำตอบจากบัตรที่ 4 บัตรเฉลยกิจกรรม (ใช้เวลา 5 นาที)
5. ประธานกลุ่มแจกบัตรที่ 5 บัตรคำถามชุดการเรียนรู้ที่ 8 ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์ ให้สมาชิกในกลุ่มได้ทำแบบฝึกหัดเป็นรายบุคคล (ใช้เวลา 20 นาที) เสร็จแล้วตรวจคำตอบจากบัตรที่ 6 บัตรเฉลยคำถาม (ใช้เวลา 5 นาที)
6. ประธานนำแบบทดสอบหลังเรียนชุดการเรียนรู้ที่ 8 ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์ ให้สมาชิกในกลุ่มได้ทำแบบทดสอบก่อนเรียนเป็นรายบุคคล (ใช้เวลา 10 นาที) เสร็จแล้วตรวจคำตอบจากเฉลยแบบทดสอบ หลังเรียน (ใช้เวลา 5 นาที)
7. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์ โดยให้นักเรียนดูจากชุดการเรียนรู้ (ใช้เวลา 10 นาที)
8. เมื่อหมดเวลา เก็บอุปกรณ์ใส่คืนของเดิมให้ถูกต้องเรียบร้อยส่งคืนครู (ใช้เวลา 5 นาที)

บัตรที่ 2

บัตรความรู้

ประธานกลุ่มมอบหมายให้ผู้อ่าน อ่านข้อความ
ตามบัตรความรู้ สมาชิกที่เหลือตั้งใจฟังผู้จดบันทึก
ใจความสำคัญโดยสรุปย่อ ไว้สำหรับอภิปราย
ร่วมกัน ผู้จับเวลาให้เป็นไปตามที่กำหนด แล้ว
เริ่มเขียนบัตรที่ 3 ต่อไป



บัตรความรู้

ชุดการเรียนรู้ที่ 8 ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสี

1. การใช้กัมมันตภาพรังสีในการเกษตร

เราอาศัยสมบัติของธาตุกัมมันตภาพรังสีที่ว่ามีการสลายตัวอยู่ตลอดเวลา มาทำการศึกษาเกี่ยวกับด้านการเกษตรได้เป็นอย่างดี ตัวอย่างเช่นการวิจัยเกี่ยวกับปุ๋ย เราใส่ปุ๋ยที่มีธาตุกัมมันตรังสีปนอยู่ เช่น $^{32}_{15}\text{P}$ แล้วสังเกตอัตราการดูดซึมของปุ๋ย จากราก รากจะดูดธาตุกัมมันตรังสีแล้วส่งต่อไปยังลำต้นและไปอยู่ที่ใบเพื่อรอการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) เราสามารถหาปริมาณปุ๋ยที่ใบได้โดยการตรวจวัด ปริมาณของการแผ่รังสีของปุ๋ย ($R = \lambda N$) ที่ใบ

การศึกษาดังกล่าวนี้นำมาใช้ทราบอัตราการดูดซึมได้ อีกตัวอย่างหนึ่งเราใช้กัมมันตภาพรังสีจากไอโอดีน $^{131}_{53}\text{I}$ กับโคนม เราทราบว่าในการผลิตน้ำนมปริมาณน้ำนมที่โคผลิตได้ขึ้นอยู่กับการทำงานของต่อมไทรอยด์ (Thyroid) ถ้าต่อมไทรอยด์ทำงานเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำนมจะมีค่ามากขึ้น แต่การทำงานของต่อมไทรอยด์ขึ้นอยู่กับปริมาณและอัตราการเก็บไอโอดีน ดังนั้นการให้ไอโอดีนแก่โคนมจึงเป็นการกระตุ้นการทำงานของต่อมไทรอยด์ทำให้สามารถผลิตนมได้ตลอดเวลา เพราะเวลาอากาศร้อนอัตราการทำงานของต่อมนี้อาจจะลดลง เป็นผลให้อัตราการผลิตน้ำนมลดลงด้วย



ภาพที่ 8.1 การใช้กัมมันตภาพรังสีจากไอโอดีน $^{131}_{53}\text{I}$ กับโคนม
ที่มา : <http://www.thaikasetsart.com>

นักวิทยาศาสตร์พบว่า รังสีจากธาตุกัมมันตรังสี สามารถทำให้สิ่งมีชีวิตกลายพันธุ์ได้ เช่น การฉายรังสีเพื่อเปลี่ยนแปลงพันธุ์พืชบางชนิดให้มีคุณภาพดีขึ้นเพราะว่ารังสีที่แผ่ออกมาจากธาตุกัมมันตรังสี จะทำให้โครโมโซม ในเมล็ดพันธุ์พืชเปลี่ยนไป เมื่อนำเมล็ดไปเพาะเราจะได้พันธุ์ใหม่ซึ่งมีลักษณะต่างจากเดิม วิธีนี้โอกาสที่จะได้พันธุ์พืชที่ดีมีไม่มาก อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเราสามารถได้พันธุ์พืชที่ดีหลายสิบชนิด เช่น พันธุ์ไม้ดอก และพันธุ์ไม้ผล เป็นต้น



ภาพที่ 8.2 การฉายรังสีเพื่อเปลี่ยนแปลงพันธุ์ไม้ดอก
ที่มา : <http://www.oknation.net/blog/horti-asia/2013/04/01/entry-3>

ประโยชน์อีกอย่าง คือ การใช้รังสีจากธาตุกัมมันตรังสีในการถนอมอาหาร เพราะรังสีนี้ สามารถฆ่าแบคทีเรีย เชื้อราและยีสต์ที่มีอยู่ทั่วไปในอาหารได้ ทำให้อาหารไม่เน่าหรือเน่าช้ากว่าปกติ นอกจากนี้รังสียังช่วยป้องกันการงอกของพืชบางชนิด เช่น มันฝรั่ง หัวหอมได้ด้วย ทั้งนี้ การนำอาหารที่อาบรังสีมาบริโภค ต้องแน่ใจก่อนว่าไม่มีอันตรายใดๆ



ภาพที่ 8.3 การอาบรังสีหัวหอมเพื่อฆ่าแบคทีเรีย เชื้อรา
ที่มา : http://pr.prd.go.th/samutprakan/ewt_news.php?nid



2. การใช้กัมมันตภาพรังสีในทางการแพทย์

เราใช้สมบัติการแผ่รังสีของธาตุกัมมันตรังสีในการตรวจและรักษาโรค ตัวอย่างเช่นในการใช้ธาตุ กัมมันตรังสีโคบอลต์ - 60 ($^{60}_{27}\text{Co}$) ซึ่งมีช่วงเวลาครึ่งชีวิต 5.3 ปี ในการตรวจรักษาโรคมะเร็งในการนี้รังสีแกมมาที่แผ่ออกมาจาก $^{60}_{27}\text{Co}$ จะพุ่งเข้าทำลายเซลล์เนื้อร้าย และเนื่องจากรังสีแกมมาที่ได้จาก $^{60}_{27}\text{Co}$ มีอำนาจในการทะลุทะลวงสูงเราจึงใช้ในการบำบัดเนื้องอกภายในร่างกายที่เกี่ยวข้องกับทรวงอกและท้องได้ดี



ภาพที่ 8.4 การตรวจรักษาโรคมะเร็งด้วยโคบอลต์
ที่มา : <http://www.howtoanticancer.com>

นอกจากนี้เราใช้โซเดียม- 24 ($^{24}_{11}\text{Na}$) ในรูปของเกลือแบบ NaCl ฉีดเข้าไปในเลือด แล้วตรวจดูการหมุนเวียนของระบบโลหิตโดยการติดตามการแผ่รังสีของ $^{24}_{11}\text{Na}$ ทำให้เราสามารถทราบได้ว่าการอุดตันหรือการหมุนเวียนไม่สะดวกในบางตอนของระบบโลหิตได้ นอกจากนี้ยังมีการใช้ไอโอดีน-131 ในการตรวจดูการทำงานของต่อมไทรอยด์ด้วย

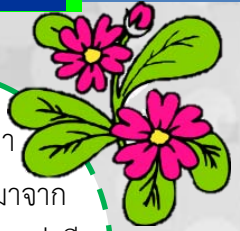
3. การใช้กัมมันตภาพรังสีในวงการอุตสาหกรรม

ตัวอย่างการใช้กัมมันตภาพรังสีในวงการอุตสาหกรรมที่สำคัญพอสรุปได้ดังนี้

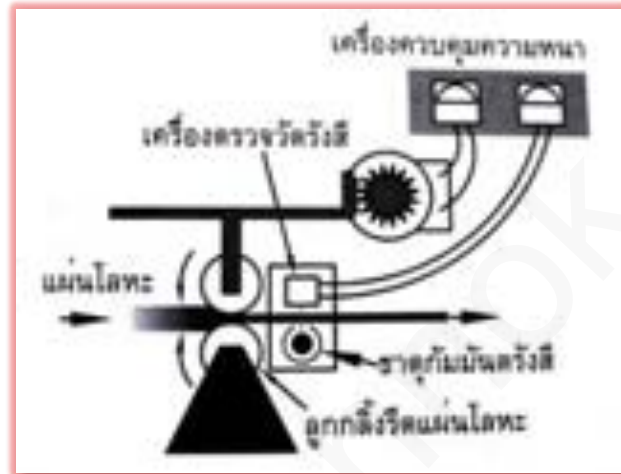
3.1 การควบคุมความหนาแน่นของแผ่นโลหะ ในอุตสาหกรรมการทำแผ่นโลหะ เรามักจะพบปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมความหนาแน่นของแผ่นโลหะให้คงที่สม่ำเสมอตลอดแผ่น การที่จะหยุดเครื่องรีดแผ่นโลหะแล้วใช้ไมโครมิเตอร์วัดความหนาแน่นของแผ่นเป็นคราว ๆ ย่อมทำได้ แต่มีข้อเสียคือ ทำให้การผลิตช้าจึงมีความจำเป็นต้องทำการตรวจสอบความหนาแน่นขณะที่มีการรีดแผ่นโลหะ และมีวิธีการส่งสัญญาณบังคับให้มีการปรับความหนาแน่นของเครื่องรีดไปในตัวพร้อม ๆ กัน



ภาพที่ 8.5 การรีดแผ่นโลหะใช้กัมมันตภาพรังสีในวงการอุตสาหกรรม
ที่มา : <http://www.howtoanticancer.com>

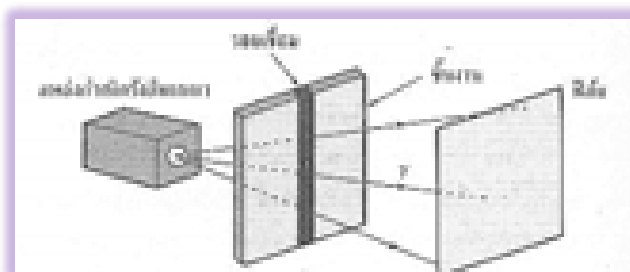


วิธีการควบคุมความหนาพอสรุปได้ดังนี้ ใช้ธาตุกัมมันตรังสีที่แผ่รังสีเบตา (β - rays) เป็นแหล่งกำเนิดรังสี รังสีเบตาจะส่องตั้งฉากกับแผ่นโลหะซึ่งกำลังวิ่งออกมาจากเครื่องรีดมีเครื่องวัดรังสีตั้งอยู่ที่ด้านตรงข้ามของแผ่นโลหะ ถ้าแผ่นโลหะหนาผิดปกติจะพบว่ามีรังสีทะลุผ่านมายังเครื่องวัดน้อยกว่าปกติ ถ้าแผ่นโลหะบางก็จะมีรังสีทะลุผ่านมามาก ไม่ว่าจะได้รับรังสีมากหรือน้อยหว่ากำหนด เครื่องวัดรังสีจะส่งสัญญาณไฟฟ้ากลับไปยังเครื่องรีดเพื่อปรับการรีดให้อยู่ในมาตรฐานที่ได้ตั้งเอาไว้



ภาพที่ 8.6 เครื่องรีดมีเครื่องวัดรังสีตั้งอยู่ที่ด้านตรงข้ามของแผ่นโลหะ
ที่มา : <http://www.trueplookpanya.com/new/cms>

3.2 การตรวจสอบโครงสร้างหรือรอยเชื่อมต่อ เช่น การเชื่อมท่อ การต่อท่อที่ใช้สำหรับความดันสูง การเชื่อมตัวเรือดำน้ำ การตรวจสอบประเภทนี้สามารถทำได้ โดยใช้รังสีแกมมา ซึ่งสามารถทะลุผ่านแผ่นโลหะได้ โดยนำธาตุกัมมันตรังสีที่ให้รังสีแกมมา มาวางไว้ด้านหนึ่งของสิ่งที่ต้องการตรวจสอบ แล้วใช้จอหรือแผ่นฟิล์มรับรังสีด้านตรงข้ามของสิ่งนั้น เมื่อนำฟิล์มไปล้าง สามารถเห็นภาพภายในวัตถุได้ว่ามีรอยร้าวหรือโพรงหรือไม่ การตรวจสอบดังกล่าวจะช่วยประหยัดเวลาและแรงงานกว่าวิธีอื่นๆ เป็นอันมาก



ภาพที่ 8.7 เครื่องรีดมีเครื่องวัดรังสีตั้งอยู่ที่ด้านตรงข้ามของแผ่นโลหะ
ที่มา : <http://www.trueplookpanya.com/new/cms>

4. การใช้กัมมันตรังสีหาอายุของวัตถุโบราณ

การศึกษาเกี่ยวกับโบราณคดี (Archeology) หรือทางธรณีวิทยา (Geology) มีความจำเป็นต้องรู้อายุของวัตถุโบราณซึ่งอาจจะอยู่ในรูปซากดึกดำบรรพ์ (Fossil) หรือในสภาพที่เปลี่ยนแปลงไปบ้าง

เนื่องจากการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีเมื่อทราบค่าช่วงเวลาครึ่งชีวิตของแต่ละชนิดของธาตุแล้วนำสมบัติข้อนี้มาใช้หาอายุของวัตถุโบราณได้ ในการศึกษาโบราณคดีซึ่งเกี่ยวกับวัตถุโบราณซึ่งมีอายุหลายพันปีตลอดจนถึงในสมัยหลัง ๆ นี้เราใช้ธาตุกัมมันตรังสี

$^{14}_6\text{C}$ ในการวิเคราะห์หาอายุ $^{14}_6\text{C}$ มีช่วงเวลาครึ่งชีวิต (half - life) 5568 ± 30 ปี และมีข้อดีที่ว่าธาตุคาร์บอน (Carbon) เป็นองค์ประกอบสำคัญของสิ่งมีชีวิตทั้งหมด ส่วนใหญ่

ธาตุคาร์บอนจะอยู่ในรูป $^{12}_6\text{C}$ แต่ $^{14}_6\text{C}$ เกิดจากธรรมชาติ เมื่อเกิด $^{14}_6\text{C}$ ในบรรยากาศแล้วก็จะรวมตัวกับ O_2 เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งพืชจะนำไปใช้ปรุงอาหาร (Photosynthesis)

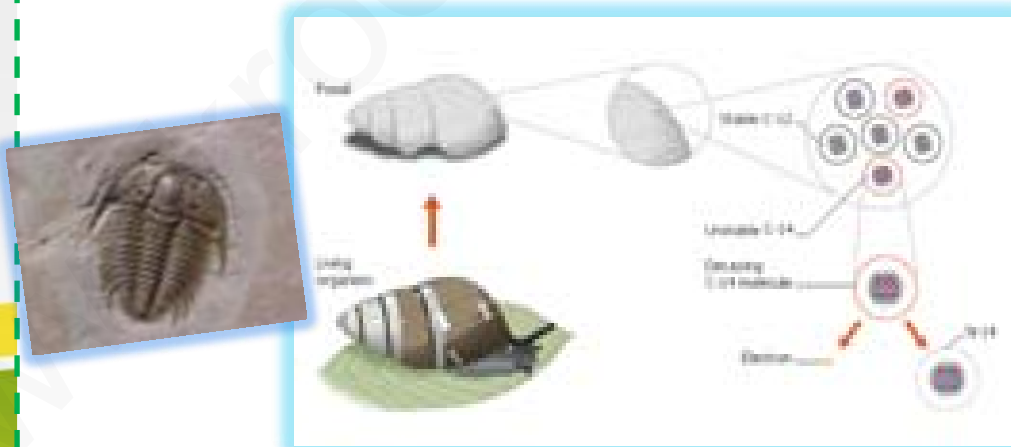
ดังนั้น $^{14}_6\text{C}$ จึงเข้าไปอยู่ในพืชด้วยวิธีนี้ สัตว์อาศัยพืชเป็นอาหารจึงได้รับ $^{14}_6\text{C}$ มาจากพืชอีกต่อหนึ่ง ดังนั้น $^{14}_6\text{C}$ จะปรากฏอยู่ในสิ่งมีชีวิตและมีการสลายตัว ซึ่งมีช่วงเวลาครึ่งชีวิตนานมาก

ในขณะที่มีชีวิตอยู่อัตราส่วน $^{14}_6\text{C} : ^{12}_6\text{C}$ ในร่างของสัตว์และพืชจะมีค่าคงตัวขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ หรือพืชนั้น ๆ แต่เมื่อสิ้นชีวิตลงโอกาสที่จะได้รับ $^{14}_6\text{C}$ ตามปกติก็จะหยุดลงด้วย ดังนั้น

อัตราส่วน $^{14}_6\text{C} : ^{12}_6\text{C}$ เมื่อตายแล้วจะลดลงเรื่อย ๆ ตัวอย่างเช่น มีการตรวจพบโครงกระดูก

และวิเคราะห์แล้วพบว่าอัตราส่วนของ $^{14}_6\text{C} : ^{12}_6\text{C}$ มีอยู่เพียงร้อยละ 50 ของกระดูกสัตว์ชนิดเดียวกันที่เพิ่งเสียชีวิตใหม่ ๆ เราก็ทราบได้ทันทีว่าเจ้าโครงกระดูกนั้นได้ตายมาแล้วประมาณ

5568 ปี



ภาพที่ 8.8 การหาอายุของซากฟอสซิลด้วยคาร์บอน $^{14}_6\text{C}$

ที่มา : <http://www.truelookpanya.com/new/cms>



การใช้พลังงานนิวเคลียร์

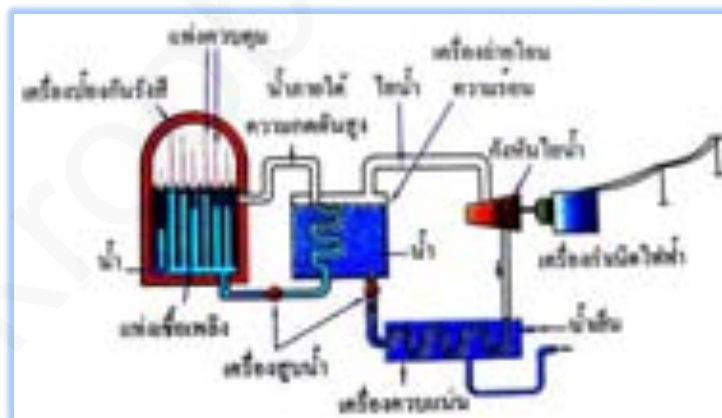
แหล่งกำเนิดของพลังงานนิวเคลียร์ มี 2 ประเภท

1. จากระเบิดนิวเคลียร์ ที่มีอำนาจในการทำลายอย่างมหาศาล
2. จากปฏิกิริยาฟิชชันในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ เพื่อนำไปใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า

ในที่นี้จะกล่าวถึง การใช้พลังงานนิวเคลียร์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ที่เรียกว่า โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ หรือโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ (nuclear power plant) ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้ารูปแบบหนึ่งที่ใช้พลังงานจากปฏิกิริยาฟิชชันในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยมีอุปกรณ์สำหรับให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ที่ควบคุมได้ เรียกว่า **เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (nuclear reactor)** มีรายละเอียดดังนี้

1. ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์

เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (Nuclear Reactor) คือ เครื่องผลิตพลังงานนิวเคลียร์ที่สามารถควบคุมการแบ่งแยกนิวเคลียร์และ ปฏิกิริยาฟิชชันให้เกิดขึ้นในอัตราที่เหมาะสม ทำให้อาจสามารถนำเอาพลังงาน ความร้อน นิวตรอน และรังสีที่เกิดขึ้นไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์มีหลายชนิด มีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันไป โดยแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วน ซึ่งแต่ละส่วนมีส่วนประกอบของเครื่องโดยทั่วไป มีดังนี้



ภาพที่ 8.9 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์

ที่มา : http://www.truelookpanya.com/new/cms_detail/knowledge

1. **เชื้อเพลิง (Fuel)** อาจใช้เมธูเรเนียม หรือพลูโตเนียม บรรจุในท่อที่ทำจากโลหะผสมของเซอร์โคเนียมหรือจากเหล็กกล้าไม่เป็นสนิม เรียกว่า แท่งเชื้อเพลิง
2. **มอดเรเตอร์ (Moderator)** มีหน้าที่ทำให้นิวตรอนวิ่งช้าลงเพราะนิวตรอนช้ามีประสิทธิภาพในการทำให้เกิด การแบ่งแยกนิวเคลียสได้ดีกว่านิวตรอนเร็ว สารที่ใช้เป็นมอดเรเตอร์ได้แก่ คาร์บอน เมื่อนิวตรอนวิ่งผ่านคาร์บอนจะชนกับอะตอมของคาร์บอนทำให้นิวตรอนวิ่งช้าลงได้ ความเร็วตามต้องการ



3. **แท่งควบคุม (Control Rods)** มีหน้าที่ควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยาไม่ให้เกิดมากเกินไป ที่นิยมใช้คือ แคดเมียม หรือโบรอน แคดเมียมจะเป็นตัวดูดกลืนนิวตรอนไว้ได้ดีมาก ดังนั้นถ้าสอดแท่งแคดเมียมให้ลึกเข้าไปในเครื่องมาก ๆ ก็จะดูดกลืนนิวตรอนไว้ได้น้อยลงทุกทีและปฏิกิริยาลูกโซ่ก็จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามมา

4. **ตัวทำให้เย็น (Coolant)** เพื่อนำเอาความร้อนออกไปจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ โดยอาจใช้น้ำธรรมดาหรือโลหะโซเดียมหรือแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ฮีเลียม อากาศ

5. **เครื่องกำบัง (Shield)** มีหน้าที่ป้องกันไม่ให้รังสีออกจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ซึ่งอาจทำอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย เครื่องกำบังอาจทำด้วยคอนกรีตหนา ๆ ประมาณครึ่งเมตร หรืออาจใช้บ่อน้ำก็ได้

2. วิธีการนำพลังงานนิวเคลียร์ออกมาใช้ประโยชน์

การทำงานของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์อาจอธิบาย ได้ดังนี้ เริ่มจากยูเรเนียมที่ใส่อยู่ในเครื่องนั้นปกติจะเป็น ^{235}U มีปริมาณน้อยกว่า 1% ของยูเรเนียมทั้งหมดทำหน้าที่ เป็นเชื้อเพลิง ส่วนยูเรเนียมที่เหลืออยู่นั้นคือ ^{238}U เมื่อนิวตรอนวิ่งผ่านเข้าไปในเครื่องจะยิงนิวเคลียสของ ^{235}U ทำให้เกิดการแบ่งแยกนิวเคลียสขึ้น นิวเคลียสที่ถูกแบ่ง แยกออกจะมีนิวตรอนเกิดขึ้น 1 หรือ 2 ตัว ซึ่งจะวิ่งผ่านเข้าเครื่องต่อไปแล้วยิงนิวเคลียสอื่นต่อไป ทำให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่และได้พลังงานเกิดขึ้นมากมายพลังงานนิวเคลียร์จากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์



ภาพที่ 8.10 การขับเคลื่อนเรือเดินสมุทรนิวเคลียร์การใช้พลังงานนิวเคลียร์
ที่มา : <http://www.oknation.net/blog/print.php?id=576114>

นอกจากจะถูกนำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าแล้ว ยังถูกนำไปใช้ในการขับเคลื่อนเรือเดินสมุทร เพื่อขนส่งสินค้าระหว่างทวีป เนื่องจากการใช้พลังงาน นิวเคลียร์ไม่ต้องการเชื้อเพลิง ปริมาณมาก ดังนั้น เนื้อที่ที่ต้องใช้เก็บเชื้อเพลิงก็สามารถนำมาใช้บรรทุกสินค้าได้มากขึ้น และเรือไม่จำเป็นต้องแวะเติมเชื้อเพลิงบ่อย ทำให้สามารถนำเรือเดินทางในทะเลได้เป็นเวลานาน ซึ่งข้อได้เปรียบนี้ ทำให้มีการใช้พลังงานนิวเคลียร์ในการขับเคลื่อนเรือดำน้ำ นอกจากนี้ มีการนำไปใช้กลั่นน้ำทะเลเป็นน้ำจืด เพื่อใช้ในสถานที่ริมทะเลที่ขาดแคลนน้ำจืด ก็สามารถทำน้ำจืดใช้ได้โดยอาศัยความร้อนจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์มาต้ม ให้น้ำเค็มกลายเป็นไอน้ำ แล้วแยกไอน้ำซึ่งเป็นน้ำจืดออกมาจากน้ำเกลือได้ ปัจจุบัน มีโรงผลิตน้ำจืด โดยใช้พลังงานนิวเคลียร์หลายโรงแล้วและใช้ได้ดีมาก

3. ชนิดของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

ปัจจุบันทั่วโลกได้นิยมใช้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ 3 แบบ ได้แก่

3.1 โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบความดันสูง (Pressurized Water Reactor (PWR)) โรงไฟฟ้าชนิดนี้น้ำจะถ่ายเทความร้อนจากแท่งเชื้อเพลิงจนมีอุณหภูมิสูงถึงประมาณ 320 องศาเซลเซียสภายในถังขนาดใหญ่ที่อัดความดันสูงประมาณ 15 Mpa (ประมาณ 150 เท่า ของบรรยากาศ) ไว้เพื่อไม่ให้น้ำเดือดกลายเป็นไอ และนำน้ำส่วนนี้ไปถ่ายเทความร้อนให้แก่น้ำหล่อเย็นอีกระบบหนึ่ง (ระบบผลิตไอน้ำซึ่งอาจเรียกว่าเป็นน้ำระบบทุติยภูมิ) ที่ควบคุมความดันไว้ต่ำกว่าเพื่อให้เกิดการเดือดผลิตไอน้ำออกมาเป็นการป้องกันไม่ให้น้ำในถังปฏิกรณ์ (น้ำระบบปฐมภูมิ) ซึ่งมีสารรังสีเจือปนอยู่แพร่กระจายไปยังอุปกรณ์ส่วนอื่นๆ ตลอดจนป้องกันการรั่วของสารกัมมันตรังสีสู่สิ่งแวดล้อม การทำงานของโรงไฟฟ้าชนิดนี้มีความซับซ้อนกว่าโรงไฟฟ้าแบบที่ 2 คือ แบบ BWR และมีข้อดีน้อยกว่าตรงที่ถึงปฏิกรณ์มีราคาสูง เนื่องจากต้องมีระบบป้องกันการรั่วไหลของน้ำระบายความร้อนและอัตราการไหลของน้ำภายในถังสูงในสภาวะความดันและอุณหภูมิสูง เป็นผลให้เกิดปัญหาการสึกกร่อนตามมา



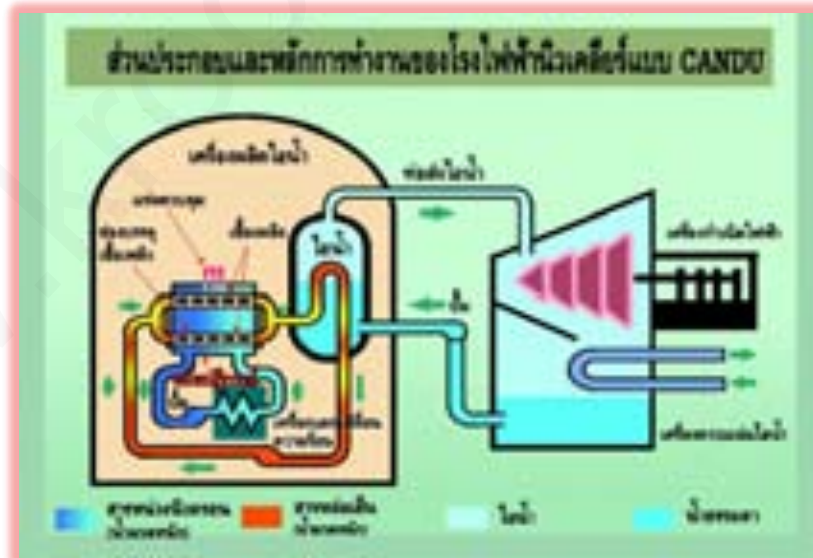
ภาพที่ 8.11 โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบความดันสูง
ที่มา : <http://www.guru.sanook.com>

3.2 โรงไฟฟ้าแบบน้ำเดือด (Boiling Water Reactor (BWR)) สามารถผลิตไอน้ำได้โดยตรงจากการต้มน้ำภายในถังซึ่งควบคุมความดันภายใน (ประมาณ 7 Mpa) ต่ำกว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบแรก (PWR) ดังนั้นความจำเป็นในการใช้เครื่องผลิตไอน้ำและแลกเปลี่ยนความร้อน ป้อน และอุปกรณ์ช่วยอื่นๆ ก็ลดลง แต่จำเป็นต้องมีการก่อสร้างอาคารป้องกันรังสีไว้ในระบบอุปกรณ์ส่วนต่างๆ ของโรงไฟฟ้า เนื่องจากไอน้ำจากถังปฏิกรณ์จะถูกส่งผ่านไปยังอุปกรณ์เหล่านั้น



ภาพที่ 8.12 โรงไฟฟ้าแบบน้ำเดือด
ที่มา : <http://www.guru.sanook.com>

3.3 โรงไฟฟ้าแบบที่สามคือแบบแคนดู (CANDU หรือ Pressurized Heavy Water Reactor (PHWR)) มีการทำงานคล้ายคลึงกับแบบ PWR แต่แตกต่างกันที่มีการจัดแกนปฏิกรณ์ในแนวระนาบ และเป็นการต้มน้ำภายในท่อขนาดเล็กจำนวนมากที่มีเชื้อเพลิงบรรจุอยู่แทนการต้มน้ำภายในถังปฏิกรณ์ขนาดใหญ่ เนื่องจากสามารถผลิตได้ง่ายกว่าการผลิตถึงขนาดใหญ่ โดยใช้ "น้ำมวลหนัก" มาเป็นตัวระบายความร้อนจากแกนปฏิกรณ์ นอกจากนี้ยังมีการแยกระบบใช้น้ำมวลหนักเป็นตัวหน่วงความเร็วนิวตรอนด้วย เนื่องจากการดูดกลืนนิวตรอนน้อยกว่าน้ำธรรมดา ทำให้ปฏิกิริยานิวเคลียร์เกิดขึ้นได้ง่าย จึงสามารถใช้เชื้อเพลิงยูเรเนียมที่สกัดมาจากธรรมชาติซึ่งมียูเรเนียม-235 ประมาณร้อยละ 0.7 ได้โดยไม่ต้องผ่านขบวนการปรับปรุงให้มีความเข้มข้นสูงขึ้นทำให้ปริมาณผลิตผลจากการแตกตัว (fission product) ที่เกิดขึ้นในแท่งเชื้อเพลิงใช้แล้วมีน้อยกว่าเครื่องปฏิกรณ์แบบใช้น้ำธรรมดาและหากเกิดการรั่วของน้ำระบายความร้อน ก็จะมีการลดของควมดันช้ากว่าเนื่องจากท่อระบายความร้อนมีขนาดเล็กกว่านั่นเอง



ภาพที่ 8.13 โรงไฟฟ้าแบบที่สามคือแบบแคนดู (CANDU)

ที่มา : <http://www.guru.sanook.com>

4. ข้อดีและข้อเสียของการใช้พลังงานนิวเคลียร์

ข้อดี

1. เชื้อเพลิงมีราคาถูก
2. สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ปริมาณมาก
3. ปริมาณของเสียเมื่อเทียบกับวิธีการผลิตไฟฟ้าแบบอื่นๆ
4. สามารถยืดอายุการใช้งานของเชื้อเพลิงและโรงไฟฟ้าได้ตามหลักวิทยาศาสตร์
5. สามารถขนส่งเชื้อเพลิงได้ง่าย
6. ไม่สร้างก๊าซเรือนกระจกและฝนกรด



ภาพที่ 8.14 โรงไฟฟ้านิวเคลียร์

ที่มา : <http://www.guru.sanook.com>

ข้อเสีย

1. เนื่องจากมีระบบความปลอดภัยและการป้องกันรังสีที่เข้มงวด จึงใช้เงินลงทุนมาก
2. เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ใช้แล้ว สามารถนำไปผลิตอาวุธนิวเคลียร์ ได้ แต่ภายใต้พันธสัญญา "ไม่เผยแพร่อาวุธนิวเคลียร์" และการควบคุมของ IAEA หากประเทศไทยจะมี โรงไฟฟ้านิวเคลียร์จะควบคุมไม่ให้นำไปผลิตอาวุธได้
3. การเก็บรักษาเชื้อเพลิงใช้แล้ว มีกัมมันตรังสีระดับสูง ต้องควบคุมอย่างเข้มงวด



ภาพที่ 8.14 พลังงานนิวเคลียร์

ที่มา : <http://www.guru.sanook.com>

ข้อควรรู้

เครื่องวัดรังสี



เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันวัดรังสีโดยทั่วไปสะดวกต่อการวัดและเป็นแบบง่ายที่สุด ได้แก่ **ไกเกอร์มูลเลอร์เคาเตอร์ (Geiger-Muller counter)**



ภาพที่ 8.15 ไกเกอร์มูลเลอร์เคาเตอร์ เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันวัดรังสี
ที่มา : <http://www.flickr.com/photos/stars6/2769038081/>

หน่วยของขนาดรังสี

หน่วยของขนาดรังสี (radiation dose units) อาจแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1. Exposure dose เป็นหน่วยที่กำหนดขึ้น โดยการวัดปริมาณการแตกตัวเป็นไอออนของอากาศ เมื่อได้รับรังสี ได้แก่

เรนต์เกน (Rontgen unit , R) เป็นหน่วยที่ใช้วัดปริมาณรังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมา ขนาดรังสี 1 เรนต์เกน คือ ปริมาณรังสีที่สามารถให้พลังงาน 8.78 มิลลิจูล แก่อากาศแห้งมวล 1 กิโลกรัม ในภาวะมาตรฐาน

2. Absorbed dose เป็นหน่วยที่ใช้วัดปริมาณรังสี โดยพิจารณาจากปริมาณพลังงานที่รังสีให้แก่ธาตุหรือวัตถุใด ๆ ได้แก่

เรพ (Roentgen equivalent physical, Rep) เป็นหน่วยวัดขนาดของรังสีใดๆ ได้กำหนดไว้ว่า 1 Rep คือ ปริมาณรังสีที่สามารถทำให้น้ำเยื่อสิ่งมีชีวิตเท่ากับเมื่อได้รับรังสีเอกซ์ปริมาณ 1 เรนต์เกน เนื้อเยื่อสิ่งมีชีวิต (biological tissue) มีพลังงานเพิ่มขึ้น ซึ่งคิดเทียบได้เป็นพลังงาน 93 เอร์กต่อกรัม ของเนื้อเยื่อนั้น ปัจจุบันนิยมใช้หน่วย rad แทนหน่วย Rep เพราะหน่วย Rep มีค่าไม่แน่นอน

3. RBE (Relative Biological Effectiveness dose) เป็นหน่วยที่วัดปริมาณรังสีที่มนุษย์ได้รับโดยเปรียบเทียบผลทางชีวภาพของร่างกายเทียบกับรังสีเบตา หรือรังสีแกมมา

เรม (rontgen equivalent man, rem) รังสี 1 rem คือ ปริมาณรังสีใดๆ ที่สามารถทำให้เกิดผลทางชีววิทยาต่อร่างกายเทียบเท่ากับรังสีเบตา หรือรังสีแกมมา 1 เรินต์เกน

ชนิดและ พลังงานของรังสี	RBE
รังสีเอกซ์	1
รังสีแกมมา	1
อนุภาคเบตา 30KeV หรือมากกว่า	1
อนุภาคเบตา ขนาดน้อยกว่า 30 KeV	1.7
นิวตรอน(thermal to slow, < 0.02 MeV)	2-5
นิวตรอน (fast , 1-10 MeV)	10 (สำหรับร่างกาย) และ30 (สำหรับนัยน์ตา)
โปรตอน (1-10 MeV)	10 (สำหรับร่างกาย) และ30 (สำหรับนัยน์ตา)
อนุภาคแอลฟาจากกัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติ	10-20

อันตรายจากกัมมันตภาพรังสี

1. การได้รับรังสีจากแหล่งกำเนิดรังสีจากภายนอก (External exposure)

ความรุนแรงของการบาดเจ็บ ขึ้นอยู่กับความแรงของแหล่งกำเนิดและระยะเวลาที่ได้รับรังสี แต่ตัวผู้ที่ได้รับอันตรายไม่ได้สารกัมมันตรังสีเข้าไปในร่างกาย จึงไม่มีการแผ่รังสีไปทำอันตรายผู้อื่น

2. การได้รับสารกัมมันตรังสีเข้าสู่ร่างกาย (Internal exposure)

มักพบในกรณีมีการรั่วไหลของสารกัมมันตรังสีที่เป็นก๊าซ ของเหลว หรือฝุ่นละอองจากแหล่งเก็บสารกัมมันตรังสี หรือที่เก็บกากสารกัมมันตรังสีจากการระเบิดของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เช่น ที่เชอร์โนบิล ประเทศรัสเซีย การระเบิดของอาวุธนิวเคลียร์ ที่อิรักและนาซาซากิ ประเทศญี่ปุ่น การกระจายของสารกัมมันตรังสีจะฟุ้งไปในอากาศ น้ำ มนุษย์อาจได้รับรังสีเข้าสู่ร่างกาย ทางหายใจฝุ่นละอองของรังสีเข้าไป , กินของที่เปื้อนรังสีเข้าไป หรือการกิน, การฝังสารกัมมันตรังสีเพื่อการรักษา สารกัมมันตรังสีที่อยู่ในร่างกายจะแผ่รังสีออกมาทำอันตรายต่อร่างกายเป็นระยะเวลานาน จนกว่าจะถูกกำจัดออกไปจากร่างกายจนหมด และยังอาจแผ่รังสีไปทำอันตรายคนที่อยู่ใกล้เคียงได้



ตารางที่ 1 ผลของการได้รับรังสีตลอดทั้งร่างกาย

ปริมาณรังสี	100-200 เรม	200-600 เรม	600-1000 เรม	1000-5000 เรม	5000เรม ขึ้นไป
อาการที่ปรากฏ	คลื่นไส้ อาเจียน ภายใน 3 ชั่วโมง	คลื่นไส้ อาเจียน ภายใน 2 ชั่วโมง	คลื่นไส้ อาเจียน ภายใน 1 ชั่วโมง	คลื่นไส้ อาเจียน ภายใน 1/2 ชั่วโมง	คลื่นไส้ อาเจียน ภายใน 1/2 ชั่วโมง
ส่วนของร่างกายที่เป็นอันตราย	เนื้อเยื่อที่สร้างเลือด	เนื้อเยื่อที่สร้างเลือด	เนื้อเยื่อที่สร้างเลือด	ระบบทางเดินอาหาร	ระบบประสาทส่วนกลาง
อาการของโรคที่เป็น	เม็ดเลือดขาวต่ำ	เม็ดเลือดขาวต่ำมาก มีจ้ำเลือด เส้นเลือดแตก อาการติดเชื้อ	เม็ดเลือดขาวต่ำมาก มีจ้ำเลือด เส้นเลือดแตก อาการติดเชื้อ	ลงท้องอย่างแรง และมีไข้	ชัก สั่น เสียการทรงตัว ระโห่ย อ่อนเพลีย
ระยะเวลาที่จะเกิดโรคภายหลังได้รับรังสี	-	4-6 สัปดาห์	4-6 สัปดาห์	5-14 วัน	1-48 ชั่วโมง
การบำบัดรักษา	สร้างความมั่นใจให้คนไข้	ถ่ายเลือดและใช้ยาปฏิชีวนะ	ถ่ายไขกระดูก	รักษาการคงตัวของธาตุในร่างกาย	ระงับประสาท
ระยะพักฟื้น	หลายสัปดาห์	1-12 เดือน	นานมาก	-	-
การตายจะปรากฏในระยะ	-	จะมีการตายประมาณ 0-80% ภายใน 2 เดือน	จะตายประมาณ 80-100 % ภายใน 2 เดือน	จะตายประมาณ 90-100 % ภายใน 2 เดือน	จะตายประมาณ 90-100 % ภายใน 2 วัน

การรับรังสี จำแนกได้เป็น 2 แบบ คือ รับรังสีแบบฉับพลัน (acute dose) และการรับรังสีแบบเรื้อรัง (chronic dose)

1. การรับรังสีแบบฉับพลัน หมายถึง การรับปริมาณรังสี 100 มิลลิซีเวิร์ต หรือมากกว่า 100 มิลลิซีเวิร์ต ในช่วงเวลาสั้นภายในไม่กี่วันเป็นอย่างมาก เช่น ในกรณีรับรังสีจากระเบิดนิวเคลียร์ หรือจากอุบัติเหตุนิวเคลียร์

ผลแบบชัดเจนที่ปรากฏอาการให้เห็นหลังจากได้รับรังสีได้ไม่นาน เรียกว่า ผลแบบฉับพลัน (prompt effect) ผลที่ปรากฏให้เห็นหลังจากได้รับรังสีแล้วเป็นเวลานาน เรียกว่า ผลแบบหน่วง (de-layed effect) การรับรังสีแบบฉับพลัน จะให้ผลทั้งแบบฉับพลันและแบบหน่วง

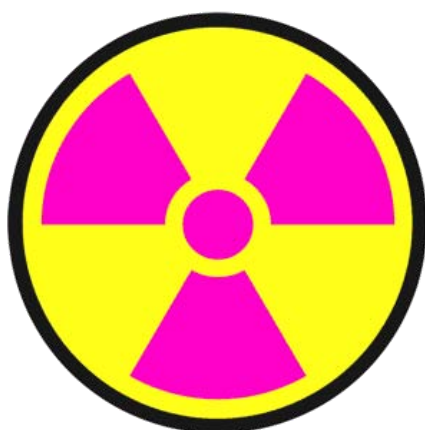


ตารางที่ 2 ผลที่เกิดฉับพลันหลังจากได้รับรังสีแบบฉับพลัน

ปริมาณรังสี (มิลลิซีเวิร์ต)	อาการ
200-500	ไม่มีอาการทางคลินิกปรากฏ เม็ดเลือดแดงลดลงเล็กน้อยชั่วคราว
500-1,000	มีอาการป่วยทางรังสีเล็กน้อย ได้แก่ คลื่นเหียน ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย
1,000-2,000	อาการป่วยทางรังสีขั้นเบาปรากฏปรากฏใน 3-6 ชั่วโมงหลังได้รับรังสี เบื่ออาหาร อ่อนเพลีย ติดเชื้อง่าย ผู้ป่วยเพศชาย เป็นหมันได้ชั่วคราว
2,000-3,000	อาการป่วยทางรังสีรุนแรงปรากฏใน 1-2 ชั่วโมง หลังได้รับรังสีและจะเป็นต่อเนื่อง 1-2 วัน ต่อด้วยการฟื้นตัว 7-14 วัน หลังจากนั้นจะมีอาการผมร่วง อ่อนเพลีย สูญเสียเม็ดเลือดขาวจำนวนมาก เป็นเหตุให้ติดเชื้อได้ง่าย ผู้ป่วยเพศหญิงอาจเป็นหมันแบบถาวร ต้องใช้เวลาหลายเดือนในการฟื้นตัว
3,000-4,000	อาการป่วยทางรังสีรุนแรงเช่นเดียวกับข้างต้น มีเลือดออกที่ปาก ใต้ผิวหนังและไต ความเป็นไปได้ที่จะเสียชีวิตสูงประมาณ 50%
4,000-6,000	อาการป่วยทางรังสีรุนแรงและเฉียบพลัน ซึ่งจะปรากฏหลังได้รับรังสี 1-2 ชั่วโมง และจะมีอาการต่อเนื่องถึง 2 วัน ตามด้วยระยะฟื้นตัว 7-14 วัน หลังจากนั้น มีอาการคล้ายข้างต้นแต่รุนแรงกว่า ในโอกาสที่รับรังสี 6,000 มิลลิซีเวิร์ต โอกาสที่ผู้ป่วย จะเสียชีวิตสูงถึง 90%
6,000-10,000	ไขกระดูกถูกทำลายหมดหรือเกือบหมด เนื้อเยื่อของกระเพาะอาหารและลำไส้เสียหายมาก อาการทางรังสีปรากฏหลังได้รับรังสี 15-30 นาที และจะมีอาการต่อเนื่องเป็นเวลา 2 วัน หลังจากระยะที่ร่างกายพยายามฟื้นสภาพอยู่ 5-10 วัน ผู้ป่วยส่วนใหญ่จะเสียชีวิตจากการติดเชื้อหรือเลือดออกภายใน หากรักษาหาย ต้องใช้เวลาหลายปี จึงจะฟื้นสภาพได้ แต่ก็จะไม่ปกติเหมือนเดิม
10,000-50,000	อาการป่วยทางรังสีปรากฏหลังจากได้รับรังสี 5-30 นาที ระบบประสาทส่วนกลางถูกทำลาย อาการดีขึ้นเล็กน้อยเป็นเวลาระยะสั้น หลังจากนั้นเซลล์กระเพาะอาหารและลำไส้จะตาย เป็นเหตุให้เกิดท้องร่วง เลือดออกภายในอย่างรุนแรง มีการสูญเสีย น้ำ เพื่อ โคม่าและเสียชีวิตหลังจากได้รับรังสีประมาณ 7 วัน
50,000-80,000	โคม่าภายในไม่กี่นาที เสียชีวิตภายในไม่กี่ชั่วโมงหลังได้รับรังสี

2. การรับรังสีแบบเรื้อรัง หมายถึง การรับปริมาณรังสีระดับต่ำเป็นเวลานาน ตามคำจำกัดความของคณะกรรมการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับรังสีก้อไอออนในปริมาณระดับต่ำ (Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation) ของสหรัฐอเมริกา นั้น ปริมาณรังสีเรื้อรัง หมายถึง ปริมาณรังสีระดับใกล้เคียงถึงประมาณ 100 มิลลิซีเวิร์ต ร่างกายสามารถรับมือกับการรับรังสีแบบเรื้อรังได้ดีกว่าการรับรังสีแบบฉับพลัน เนื่องจากมีเวลาที่จะซ่อมแซมเซลล์ที่เสียหาย หรือผลิตเซลล์ใหม่แทนเซลล์ที่ตายหรือไม่ทำงานได้

สัญลักษณ์เตือนภัยจากรังสี



ในหนังสือศัพท์ทฤษฎีนิวเคลียร์ ที่จัดพิมพ์เผยแพร่โดยสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ เมื่อปี พ.ศ. 2548 ได้ให้คำอธิบายศัพท์ “สัญลักษณ์เตือนภัยจากรังสี (radiation warning sign)” ไว้ว่า “สัญลักษณ์สากลที่กำหนดขึ้น เพื่อเตือนให้ทราบว่ามีการมีรังสี หรือให้ระวังรังสี ประกอบด้วยใบพัด 3 แฉก สีม่วงหรือสีดำ อยู่บนพื้นสีเหลือง สัญลักษณ์นี้ใช้ติดที่ภาชนะบรรจุวัสดุกัมมันตรังสีหรือบริเวณรังสี” ดังภาพ

สัญลักษณ์เตือนภัยจากรังสี ที่ใช้เป็นมาตรฐาน มีรูปเป็นใบพัด (Cross-hatched) 3 แฉก มีสีม่วงอ่อน ม่วงเข้ม หรือดำ (magenta, purple, black) บนพื้นสีเหลือง โดยมีข้อกำหนด ดังนี้

- (1) มีพื้นที่ส่วนที่เป็นใบพัด 3 แฉก และวงกลมตรงกลาง เป็นสีม่วงอ่อน สีม่วงเข้ม หรือสีดำ
- (2) มีสีพื้นเป็นสีเหลือง
- (3) นอกจากสีที่ใช้ในสัญลักษณ์มาตรฐานนี้แล้ว ผู้ได้รับอนุญาตสามารถใช้วิธีอื่น เช่น ประทับด้วยความร้อน ประทับตราด้วยแรงกด การกัดรอยลงในเนื้อวัสดุ หรือใช้สีอื่นในการติดตราสัญลักษณ์ของรังสี ลงบนภาชนะบรรจุสารรังสี หรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสารรังสี
- (4) แสดงข้อมูลเพิ่มเติมบนฉลากและเครื่องหมาย ผู้ได้รับอนุญาตควรแสดงข้อมูลปริมาณรังสีลงบนฉลาก หรือตำแหน่งที่ใกล้กับเครื่องหมายรังสี เพื่อให้ผู้ที่พบเห็นมีความระมัดระวัง และได้รับรังสีน้อยที่สุด



บัตรที่ 3

บัตรกิจกรรม

ประธานกลุ่มนำสมาชิกปฏิบัติกิจกรรมตามคำชี้แจง
ในบัตรกิจกรรม ทุกคนร่วมกันแสดงความคิดเห็น
และอภิปรายร่วมกันสรุปความรู้ตามมติของสมาชิก
ในกลุ่ม บันทึกลงในบัตรกิจกรรมทุกกิจกรรม



บัตรกิจกรรมที่ 1

เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

กิจกรรมเกมหาคำ คำสั่ง ในตารางมีคำ 10 คำซ่อนอยู่ในอักษรเหล่านี้ และมีความสัมพันธ์กับความหมายของคำด้านล่างให้หา 10 คำนั้น คำเหล่านี้อาจเรียงจากขวาไปซ้าย จากซ้ายไปขวา จากบนลงล่างหรือแนวทแยงแล้วขีดเส้นวงรอบคำนั้นๆ ไว้

N	U	C	L	E	A	R	R	E	A	C	T	O	R	C
O	B	S	S	U	Q	O	P	C	X	Q	N	E	W	G
B	Y	E	B	E	P	S	S	A	A	O	P	Q	A	R
R	A	T	T	C	I	I	O	P	I	S	P	A	S	A
O	Q	A	S	A	Z	H	F	S	H	D	M	K	D	M
N	C	C	E	N	G	X	S	K	D	A	J	O	Y	M
T	X	N	W	D	H	I	A	J	O	S	U	T	A	A
G	L	M	R	U	F	X	S	O	Q	K	M	R	L	R
E	A	S	D	D	F	O	S	S	I	L	V	G	E	Q
N	S	V	N	F	Q	M	M	I	K	I	O	L	P	M
U	I	P	O	L	P	J	S	A	D	E	W	Y	S	A
G	E	I	G	E	R	M	U	L	L	E	R	J	I	A
R	O	L	T	S	H	G	F	C	O	U	N	T	E	R
T	N	I	S	J	G	S	A	S	H	T	Y	R	U	Y
U	M	A	O	M	N	U	C	O	O	L	A	N	T	A

1. สิ่งมีชีวิตหรือวัตถุโบราณที่ถูกทับถมกันเป็นเวลานานมีอายุนานหลายล้านปี
2. เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันวัดรังสีโดยทั่วไป สะดวกต่อการวัด
3. รังสีมีอำนาจในการทะลุทะลวงสูงเราจึงใช้ในการบำบัดเนื้องอกภายในร่างกายที่เกี่ยวข้องกับทรวงอกและท้องได้ดี
4. รังสีใช้วัดความหนาแน่นของแผ่นโลหะ
5.คือ เครื่องผลิตพลังงานนิวเคลียร์ที่สามารถควบคุมการแบ่งแยกนิวเคลียร์และปฏิกิริยาถูกไขให้เกิดขึ้นในอัตราที่พอเหมาะ
6.พลังงานจะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปความร้อน ซึ่งถูกถ่ายโอนออกจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์โดยของเหลว
7. โรงไฟฟ้ามักมีการทำงานคล้ายคลึงกับแบบ PWR แต่แตกต่างกันที่มีการจัดแกนปฏิกรณ์ในแนวระนาบ และเป็นการต้มน้ำภายในท่อขนาดเล็ก
8. ขนาดรังสี 1คือ ปริมาณรังสีที่สามารถให้พลังงาน 8.78 มิลลิจูล
9.เพื่อนำเอาความร้อนออกไปจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ โดยอาจใช้น้ำธรรมดาหรือโลหะโซเดียมหรือแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ฮีเลียม อากาศ
10. รังสี 1คือ ปริมาณรังสีใดๆ ที่สามารถทำให้เกิดผลทางชีววิทยาต่อร่างกายเทียบเท่ากับรังสีเบตา หรือรังสีแกมมา 1 เรินต์เกน

บัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตรังสี

คำสั่ง จากแผนผังข้างล่างให้นักเรียนยกตัวอย่างของประโยชน์ของกัมมันตรังสี อย่างน้อยด้านละ 2 ข้อ



ปฏิกิริยานิวเคลียร์

การถนอมอาหาร

การแพทย์

การเกษตร

อุตสาหกรรม

การหาอายุวัตถุโบราณ

1

2

1

2

1

2

1

2

1

2

1

2



เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 1 กิจกรรมเกมหาคำ

N	U	C	L	E	A	R	R	E	A	C	T	O	R	
	B										N			G
		E								O				R
R			T	C					I					A
O				A				S						M
N				N			S							M
T				D		I								A
G				U	F							R		R
E					F	O	S	S	I	L			E	
N														M
G	E	I	G	E	R	M	U	L	L	E	R			
								C	O	U	N	T	E	R
								C	O	O	L	A	N	T

1. สิ่งมีชีวิตหรือวัตถุโบราณที่ถูกทับถมกันเป็นเวลานานมีอายุนานหลายล้านปี ➡ **Fossil**
2. เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันวัดรังสีโดยทั่วไป สะดวกต่อการวัด ➡ **Geiger Muller counter**
3. รังสี ➡ **Grammar** มีอำนาจในการทะลุทะลวงสูงเราจึงใช้ในการบำบัดเนื้องอกภายในร่างกายที่เกี่ยวข้องกับทรวงอกและท้องได้ดี
4. รังสี ➡ **Beta** ใชวัดความหนาแน่นของแผ่นโลหะ
5. ➡ **Nuclear Reactor** คือ เครื่องผลิตพลังงานนิวเคลียร์ที่สามารถควบคุมการแบ่งแยกนิวเคลียร์และ ปฏิกริยาลูกโซ่ให้เกิดขึ้นในอัตราที่พอเหมาะ
6. ➡ **Fission** พลังงานจะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปความร้อน ซึ่งถูกถ่ายโอนออกจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์โดยของเหลว
7. โรงไฟฟ้ามักการทำงานคล้ายคลึงกับแบบ PWR แต่แตกต่างกันที่มีการจัดแกนปฏิกรณ์ในแนวระนาบ และเป็นการต้มน้ำภายในท่อขนาดเล็ก ➡ **CANDU**
8. ขนาดรังสี 1 ➡ **Rontgen** คือ ปริมาณรังสีที่สามารถให้พลังงาน 8.78 มิลลิจูล แก่อากาศแห้งมวล 1 กิโลกรัม ในภาวะมาตรฐาน
9. ➡ **Coolant** ท่อนำเอาความร้อนออกไปจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ โดยอาจใช้น้ำธรรมดาหรือโลหะโซเดียมหรือแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ฮีเลียม อากาศ
10. รังสี 1 ➡ **rem** คือ ปริมาณรังสีใดๆ ที่สามารถทำให้เกิดผลทางชีววิทยาต่อร่างกายเทียบเท่ากับรังสีเบตา หรือรังสีแกมมา 1 เรินต์เกน

เฉลยกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตรังสี

คำสั่ง จากแผนผังข้างล่างให้นักเรียนยกตัวอย่างของประโยชน์ของกัมมันตรังสี อย่างน้อยด้านละ 2 ข้อ



ปฏิกิริยานิวเคลียร์

1ผลิตเชื้อเพลิงในราคาถูก.....

2ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ปริมาณมาก

การถนอมอาหาร

1รังสีสามารถฆ่าแบคทีเรีย เชื้อราและยีสต์ที่มีอยู่ทั่วไปในอาหาร.....

2การฉายรังสีเพื่อเปลี่ยนแปลงพันธุ์พืชบางชนิดให้มีคุณภาพดีขึ้น.....

การแพทย์

1ฉายรังสีช่วยทำลายเซลล์มะเร็ง.....

2ตรวจดูการหมุนเวียนของระบบโลหิตโดยการติดตามการแผ่รังสี.....

การเกษตร

1รังสีช่วยชะลอการสุกของผลไม้บางชนิด.....

2รังสียังช่วยป้องกันการงอกของพืชบางชนิด เช่น มันฝรั่ง หัวหอม.....

อุตสาหกรรม

1การควบคุมความหนาแน่นของแผ่นโลหะ

2การตรวจสอบโครงสร้างหรือรอยเชื่อมต่อน้ำ รือคาน้ำ.....

การหาอายุวัตถุโบราณ

1ใช้หาอายุของวัตถุโบราณ.....

2การตรวจโครงสร้างกระดูกเพื่อหาอายุที่แท้จริง



บัตรที่ 5

บัตรคำถาม

ประธานกลุ่มแจกบัตรคำถามให้สมาชิกในกลุ่ม
ทุกคนทำแบบฝึกหัดเป็นรายบุคคลตามเวลาที่
กำหนดให้ เสร็จเรียบร้อยแล้วตรวจคำตอบกับ
บัตรเฉลยคำถาม



บัตรคำถาม

ชุดการเรียนรู้ที่ 8 ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์
ชุดการเรียนรู้ เรื่อง ฟิลิกส์นิวเคลียร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ใช้เวลา 20 นาที)

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

1. เหตุใดการฉายรังสี จึงสามารถทำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืชได้ (1.5 คะแนน)
.....
.....
2. ส่วนประกอบของปฏิกิริยานิวเคลียร์ มีกี่ส่วนอะไรบ้าง (2 คะแนน)
.....
.....
3. รังสีที่ช่วยในการทำลายเซลล์ มะเร็ง (1 คะแนน)
.....
.....
4. จงอธิบายสัญลักษณ์เตือนภัยจากรังสี ที่ใช้เป็นมาตรฐาน มา 3 ข้อ (2 คะแนน)
.....
.....
5. จงบอกประโยชน์ของกัมตภาพรังสีในชีวิตประจำวัน มาอย่างน้อย 4 ข้อ (2 คะแนน)
.....
.....
6. จงบอกอันตรายจากการได้รับกัมมัตรังสีที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต (1 คะแนน)
.....
.....
7. ชนิดของไฟฟ้านิวเคลียร์ 3 แบบ ได้แก่ (1.5 คะแนน)
.....
.....



บัตรที่ 6

เฉลยบัตรคำถาม

ประธานกลุ่มแจกบัตรคำถามให้สมาชิกในกลุ่ม
ทุกคนทำแบบฝึกหัดเป็นรายบุคคลตามเวลาที่
กำหนดให้ เสร็จเรียบร้อยแล้วตรวจคำตอบกับ
เฉลยบัตรคำถาม



เฉลยบัตรคำถาม

ชุดการเรียนรู้ที่ 8 ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์
ชุดการเรียนรู้ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ใช้เวลา 5 นาที)

1. เหตุใดการฉายรังสี จึงสามารถทำให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืชได้ (1.5 คะแนน)
➡ กัมมันตภาพรังสี จะทำให้โครโมโซม ในเซลล์พันธุ์พืชเปลี่ยนแปลงไป
2. ส่วนประกอบของปฏิกรณ์นิวเคลียร์ มีกี่ส่วนอะไรบ้าง (1 คะแนน)
➡ 5 ส่วนได้แก่ เชื้อเพลิง (Fuel) , โมเดอเรเตอร์ (Moderator) , แท่งควบคุม (Control Rods) ตัวทำให้เย็น (Coolant) , เครื่องกำบัง (Shield)
3. ธาตุกัมมันตรังสีและรังสีที่ช่วยในการทำลายเซลล์ มะเร็ง (1 คะแนน)
➡ ธาตุกัมมันตรังสี CO 60 แผลรังสีแกมมา
4. จงอธิบายสัญลักษณ์เตือนภัยจากรังสี ที่ใช้เป็นมาตรฐาน มา 3 ข้อ (2 คะแนน)
➡ (1) มีพื้นที่ส่วนที่เป็นใบพัด 3 แฉก และวงกลมตรงกลาง เป็นสีม่วงอ่อน สีม่วงเข้ม หรือ สีดำ
(2) มีสีพื้นเป็นสีเหลือง
(3) แสดงข้อมูลเพิ่มเติมบนฉลากและเครื่องหมาย
5. จงบอกข้อดีและข้อเสียของกัมมันตรังสีมาอย่างละ 2 ข้อ (2 คะแนน)
➡ ข้อดี 1. เชื้อเพลิงมีราคาถูก
2. สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ปริมาณมาก
ข้อเสีย 1. เนื่องจากมีระบบความปลอดภัยและการป้องกันรังสีที่เข้มงวด จึงใช้เงินลงทุนมาก
2. เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ใช้แล้ว สามารถนำไปผลิตอาวุธนิวเคลียร์ได้
6. จงบอกอันตรายจากการได้รับกัมมันตรังสีที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต (1 คะแนน)
➡ สะสมในร่างกาย ทำให้ร่างกายอ่อนแอ หรือถ้าได้รับมากอาจรุนแรงจนเสียชีวิต
7. ชนิดของไฟฟ้านิวเคลียร์ 3 แบบ ได้แก่ (1.5 คะแนน)
➡ 1. โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบความดันสูง (Pressurized Water Reactor (PWR))
2. โรงไฟฟ้าแบบน้ำเดือด (Boiling Water Reactor (BWR))
3. โรงไฟฟ้าแบบที่สามคือแบบแคนดู CANDU

เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	6-10 คะแนน	ต่ำกว่า 6 คะแนน
ระดับคุณภาพ	ผ่าน	ไม่ผ่าน

เกณฑ์การผ่าน

ถือเกณฑ์ผ่าน สำหรับผู้ตอบคำถามได้ถูกต้อง ร้อยละ 60 ขึ้นไป
(ได้คะแนนตั้งแต่ 6 คะแนนขึ้นไป)





แบบทดสอบหลังเรียน

ชุดที่ 8 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิชาฟิลิกส์

ชุดการเรียนรู้ เรื่อง ฟิลิกส์นิวเคลียร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อๆ ละ 1 คะแนน (เวลา 10 นาที)

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับหน้าข้อ ก , ข, ค หรือ ง ลงในกระดาษคำตอบ

1. ประโยชน์ของสารกัมมันตภาพรังสีในด้านการเกษตร มีหลายด้าน ยกเว้น

ก. การทำหมันแมลงด้วยรังสี	ข. การกลายพันธุ์พืชด้วยรังสี
ค. ช่วยการวิจัยการดูดซึมปุ๋ยของต้นไม้	ง. ช่วยกำจัดศัตรูทางการเกษตร
2. ในการตรวจการแพร่กระจายของมะเร็งต่อมน้ำเหลืองใช้สารกัมมันตรังสีใด

ก. แกลเลียม -67	ข. โคบอลต์ -60
ค. โซเดียม-24	ง. เทคนีเชียม-99m
3. ในการตรวจหาการอุดตันของเส้นเลือด ทำได้โดยการฉีดสารใดเข้าไปในระบบหมุนเวียนโลหิต

ก. แกลเลียม -67	ข. โคบอลต์ -60
ค. โซเดียม-24	ง. เทคนีเชียม-99m
4. ประโยชน์ของรังสีในด้านสิ่งแวดล้อม คือ

ก. ใช้รังสีกำจัดฝุ่นละอองที่มีปริมาณมากจนเกิดอันตราย
ข. ใช้รังสีเพื่อฆ่าเชื้อโรคในขยะ
ค. ใช้รังสีเพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสีย
ง. ใช้รังสีกำจัดวัชพืชในแม่น้ำ
5. ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีในด้านการแพทย์ มีหลายด้าน เช่น

1. การรักษาโรคมะเร็ง	2. การหาบริเวณอุดตันของเส้นเลือด
3. การปลอดเชื้อผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์	4. ตรวจการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ
ก. ข้อ 1 และ 2	ข. ข้อ 1 และ 4
ค. ข้อ 1, 2 และ 4	ง. ข้อ 1, 2, 3 และ 4

6. หน่วยที่วัดปริมาณรังสีที่มนุษย์ได้รับโดยเปรียบเทียบผลทางชีวภาพของร่างกาย คือหน่วยในข้อใด

ก. ซีเวิร์ต (Sv)

ข. เรพ (rep)

ค. แรด (rad)

ง. เรม (rem)

7. ระดับรังสีที่ปลอดภัยสำหรับบุคคลที่ทำงานทางรังสี สามารถรับรังสีทั่วร่างกาย ต่อมไทรอยด์ กระดูกได้เท่าใด

ก. ยอมให้รับรังสีได้ไม่เกินปีละ 5 เรม แต่มีข้อกำหนดว่า ภายใน 13 สัปดาห์ ติดต่อกัน จะต้องรับไม่เกิน 3 เรม

ข. ยอมให้รับรังสีได้ไม่เกินปีละ 15 เรม แต่ต้องไม่เกิน 8 เรม ภายใน 13 สัปดาห์ ติดต่อกัน

ค. ยอมให้รับรังสีได้ไม่เกินปีละ 30 เรม แต่ต้องไม่เกิน 15 เรม ภายใน 13 สัปดาห์ ติดต่อกัน

ง. ยอมให้รับรังสีได้ไม่เกินปีละ 75 เรม แต่ต้องไม่เกิน 40 เรม ภายใน 13 สัปดาห์ ติดต่อกัน

8. ผลทางชีววิทยาของรังสีที่มีต่อร่างกาย แบบไม่ชัดเจน คือข้อใด

ก. มะเร็งและโรคทางพันธุกรรม

ข. อาเจียน ท้องร่วง

ค. ผมหร่วง เลือดออก

ง. เป็นไข้ ปวดศีรษะ

9. ข้อใดคือ รังสีที่ใช้ในการวัดความหนาของแผ่นโลหะให้สม่ำเสมอเท่ากัน

ก. รังสีเบตา

ข. รังสีคอสมิก

ค. รังสีแอลฟา

ง. รังสีแกมมา

10. ปรักิริยาฟิวชันให้พลังงานสูงแต่ในปัจจุบันยังไม่มีเมื่อนำพลังงานนี้มาใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์เพราะเหตุผลใด

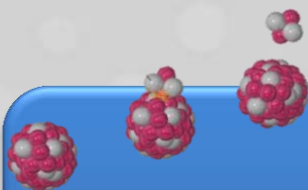
ก. ต้นทุนการผลิตสูง

ข. ยังไม่สามารถควบคุมปฏิกิริยานี้ได้

ค. วัตถุดิบที่จะนำมาใช้ในปฏิกิริยานี้มีไม่เพียงพอ

ง. ยังไม่สามารถสร้างปฏิกิริยานี้บนโลกได้





กระดาษคำตอบ

ชุดการเรียนรู้ที่ 8

เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

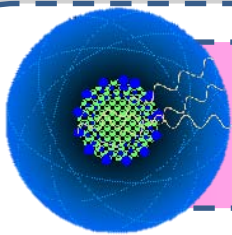
แบบทดสอบหลังเรียน

คะแนนที่ได้

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง		ข้อ	ก	ข	ค	ง
1						6				
2						7				
3						8				
4						9				
5						10				



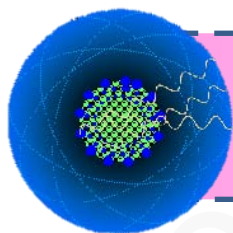


เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

ชุดการเรียนรู้

ชุดที่ 8 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ง	6	ก
2	ข	7	ก
3	ข	8	ง
4	ค	9	ง
5	ง	10	ค



เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

ชุดการเรียนรู้

ชุดที่ 8 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ง	6	ก
2	ข	7	ค
3	ค	8	ง
4	ข	9	ง
5	ง	10	ก



แบบบันทึกพัฒนาการเรียนรู้

ชุดการเรียนรู้

ชุดที่ 8 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

ทดสอบก่อนเรียน ทำข้อสอบได้.....คะแนน

ทดสอบก่อนเรียน ทำข้อสอบได้.....คะแนน

พัฒนาการอยู่ในระดับ.....

เกณฑ์การพิจารณาพัฒนาการเรียนรู้

คะแนนเพิ่มขึ้น	ระดับพัฒนาการ
8-10	ดีเยี่ยม
5-7	ดี
2-4	พอใช้
1 หรือ คะแนนลดลง	ปรับปรุง



บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. สสวท. หนังสือเรียนฟิสิกส์พื้นฐาน เล่ม 5 พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว, 2553.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2540). หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.

นิพนธ์ ตั้งประเสริฐ และอัมพวัน ตียะพรรณ. (ม.ป.ป.). แบบทดสอบประเมินผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ว 022 ฟิสิกส์. กรุงเทพฯ : ประสานมิตร.

นิรันดร์ สุวรัตน์. (ม.ป.ป.). คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ กลศาสตร์ 2 ม.4. กรุงเทพฯ : เพิ่มทรัพย์ การพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.

สุวิทย์ มูลคา. (2547). กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.