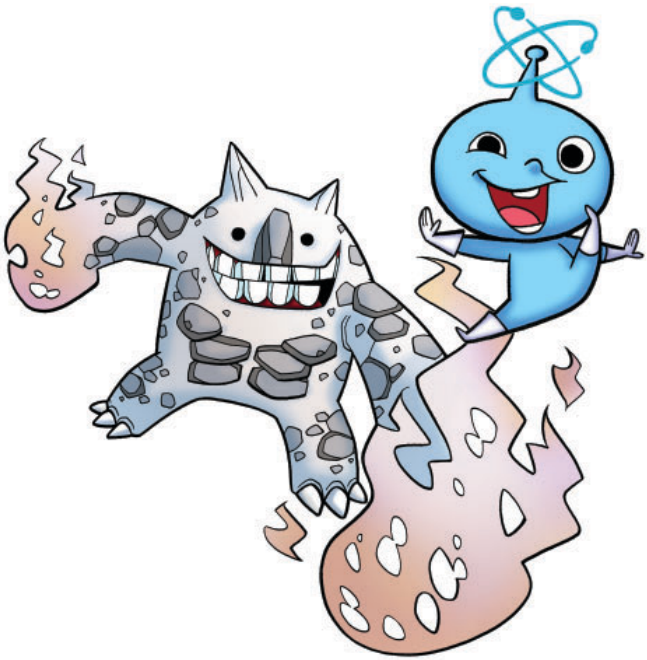
สถานีปลายทาง

"อะตอม...เพื่ออนาคต"

สื่อความรู้เรื่องพลังงานนิวเคลียร์

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
OFFICE OF ATOMS FOR PEACE

สถานีปลายทาง



ตราสัญลักษณ์งานเฉลิมพระเกียรติ
เนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา
๘๐ พรรษา ๕ ธันวาคม ๒๕๕๐

คำนำ

เนื่องในโอกาสมหามงคลที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงเจริญพระชนมพรรษา 80 พรรษา สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ได้สนองแนวพระราชดำริด้านการพัฒนาการศึกษาแก่เยาวชน ด้วยการจัดทำหนังสือชุด อะตอม...เพื่ออนาคต เพื่อเผยแพร่ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์

ปัจจุบันนานาประเทศทั่วโลกได้พัฒนาเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ให้ก้าวไกล เพื่อเป็นประโยชน์ต่อมนุษยโลกในหลายๆ ด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการเป็นพลังงานที่สำคัญ ทดแทนพลังงานจากน้ำมัน และเชื้อเพลิงธรรมชาติอื่นๆ ที่ใกล้จะหมดไป สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติเล็งเห็นความสำคัญดังกล่าวนี้ จึงมีความมุ่งมั่นจะสร้างฐานความรู้ ให้เกิดความเข้าใจและทัศนคติที่ดีแก่เยาวชนและบุคคลทั่วไป เพื่ออนาคตของพลังงานนิวเคลียร์ในประเทศไทย

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือชุด อะตอม...เพื่ออนาคต จะสามารถถ่ายทอดและสื่อสารให้ผู้อ่าน โดยเฉพาะเยาวชนได้เกิดความสนใจ และต่อยอดไปสู่การศึกษาเฉพาะทางในระดับสูง รวมทั้งประชาชนทั่วไปได้มีความเข้าใจอย่างถูกต้องในเทคโนโลยีแขนงนี้ เพื่อการพัฒนาอย่างมุ่งมั่นต่อไป

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

สารบัญ...

6 ร่วมเดินทางไปสถานีปลายทาง

8 กากกัมมันตรังสีคืออะไร

8 กากกัมมันตรังสีมาจากไหน

10 การแบ่งกลุ่มกากกัมมันตรังสี

10 แบ่งตามค่ากัมมันตภาพรังสี

13 แบ่งตามสถานะของกากกัมมันตรังสี

14 กากกัมมันตรังสีจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

17 การจัดการกากกัมมันตรังสี

19 เราจัดการกากกัมมันตรังสีอย่างไร

23 ประเทศไทยจัดการกากกัมมันตรังสีอย่างไร

25 จะทิ้งกากกัมมันตรังสีอย่างไร

27 การเก็บทิ้งกากแบบถาวร

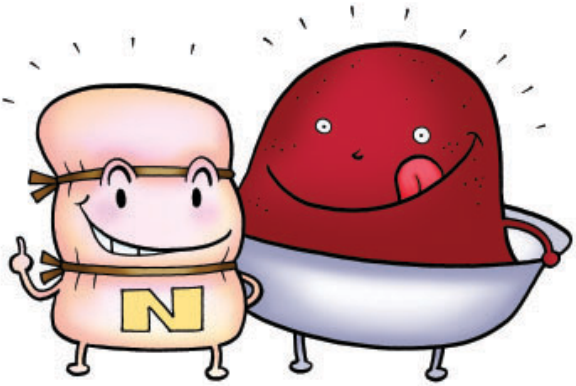
28 สถานที่ทิ้งกากกัมมันตรังสี

ร่วมเดินทางไปสถานีปลายทาง

ตั้งแต่ตื่นจนกระทั่งเข้านอน นิวเคลียร์เป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของพวกเรา (เพราะทุกวันนี้หลายสิ่งหลายอย่างเกี่ยวข้องกับเรื่องราวของการใช้พลังงานนิวเคลียร์) ตั้งแต่เรื่องเล็ก ๆ เช่น อาหาร ไปจนถึงเรื่องใหญ่ ในทางอุตสาหกรรม ธุรกิจ และการแพทย์

สิ่งต่าง ๆ ที่เราใช้ทั้งอุปโภคและบริโภค ย่อมกลายเป็นขยะเมื่อใช้จนคุ้มค่าหรือหมดประโยชน์ แต่สำหรับสารกัมมันตรังสีที่นำมาเป็นต้นกำเนิดของพลังงานนิวเคลียร์ในรูปแบบต่าง ๆ นั้น

เมื่อใช้ประโยชน์ตามที่ต้องการ หรือเมื่อผู้ใช้ไม่ประสงค์จะใช้งานแล้ว ก็กลายเป็นกากกัมมันตรังสีรอการจัดการให้ปลอดภัยด้วยความรอบคอบรัดกุมและระมัดระวังอย่างที่สุด เพื่อมิให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตทั้งคนและสัตว์ รวมทั้งไม่ให้ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมด้วย



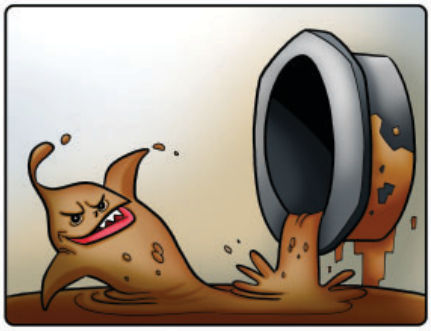
กากกัมมันตรังสีคืออะไร

กากกัมมันตรังสี หมายถึง วัสดุในรูปของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ที่เป็นวัสดุกัมมันตรังสี หรือประกอบ หรือปนเปื้อนด้วยวัสดุกัมมันตรังสีที่มีค่ากัมมันตภาพรังสีสูงต่อปริมาณหรือกัมมันตภาพรังสีรวมสูงกว่าเกณฑ์ปลอดภัยที่กำหนดโดยคณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ และผู้ครอบครองวัสดุนั้นไม่ประสงค์จะใช้งานต่อไป นอกจากนี้ยังให้หมายความรวมถึงวัสดุอื่นใดที่คณะกรรมการฯ กำหนดให้เป็นกากกัมมันตรังสีด้วย

กากกัมมันตรังสีมาจากไหน

กากกัมมันตรังสีเกิดขึ้นได้จากหลายๆ แหล่ง โดยการนำเทคโนโลยีนิวเคลียร์มาใช้ในกระบวนการที่แตกต่างกัน เช่น

การทำเหมืองแร่ยูเรเนียม การผลิตแท่งเชื้อเพลิงนิวเคลียร์เพื่อใช้ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ส่วนกากกัมมันตรังสีในประเทศไทยมาจากการประยุกต์ใช้ประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์และรังสีในกิจการต่าง ๆ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีในด้านการเกษตรและการศึกษาวิจัย การแพทย์ การอุตสาหกรรม



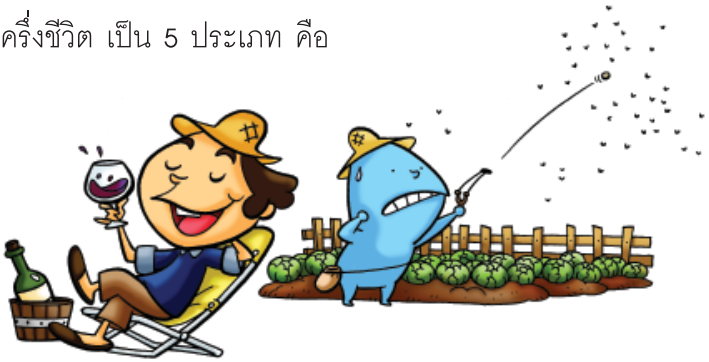
ปัจจุบันหลายประเทศนำนิวเคลียร์มาใช้เป็นแหล่งพลังงานสำคัญด้วยการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าทดแทนการใช้น้ำมัน ในการเดินเครื่องปฏิกรณ์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้านั้น โดยปกติไม่มีกระบวนการที่ทำให้เกิดกากกัมมันตรังสี แต่อาจจะมีกากกัมมันตรังสีระดับปานกลางและระดับต่ำซึ่งเกิดจากการทำความสะอาดอุปกรณ์ภายในโรงไฟฟ้า เช่น ฟองน้ำหรือกระดาษทรายที่ใช้ขัดล้างบ่อปฏิกรณ์ปรมาณู เรซินที่ใช้เป็นตัวกรองเพื่อบำบัดน้ำจากบ่อปฏิกรณ์ หรือวัสดุกรองอากาศ มีครึ่งชีวิตสั้น สามารถสลายได้อย่างรวดเร็ว แต่ประเทศไทยยังไม่มีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ จึงไม่มีกากกัมมันตรังสีที่เกิดจากกระบวนการดังกล่าว

การแบ่งกลุ่มกากกัมมันตรังสี

การแบ่งกลุ่มกากกัมมันตรังสี มีหลากหลายหลักเกณฑ์ เช่น แบ่งตามค่ากัมมันตภาพรังสี หรือแบ่งตามสถานะ ดังนี้

แบ่งตามค่ากัมมันตภาพรังสี

จากกฎกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีข้อกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการจัดการกากกัมมันตรังสี พ.ศ. 2546 ได้จำแนกประเภทกากกัมมันตรังสีตามค่ากัมมันตภาพรังสี และครึ่งชีวิต เป็น 5 ประเภท คือ



1. กากกัมมันตรังสีระดับรังสีต่ำมาก ได้แก่ กากกัมมันตรังสีที่มีระดับกัมมันตภาพรังสี

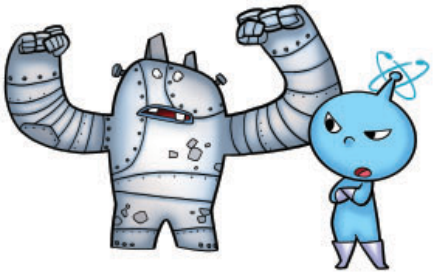
ต่อปริมาณหรือกัมมันตภาพรังสีรวมเท่ากับหรือต่ำกว่าเกณฑ์ปลอดภัย

2. กากกัมมันตรังสีระดับต่ำ ครึ่งชีวิตสั้น ได้แก่ กากกัมมันตรังสีที่มีครึ่งชีวิตน้อยกว่า 100 วัน การสลายและลดระดับกัมมันตภาพรังสีต่อปริมาณหรือกัมมันตภาพรังสีรวมต่ำกว่าเกณฑ์ปลอดภัยภายในเวลา 3 ปี

3. กากกัมมันตรังสีระดับรังสีต่ำและปานกลาง ครึ่งชีวิตสั้น ได้แก่ กากกัมมันตรังสีที่ให้รังสีบีตาหรือรังสีแกมมา มีครึ่งชีวิตตั้งแต่ 100 วันขึ้นไป แต่ไม่เกิน 30 ปี และเมื่อเก็บไว้ 3 ปี ยังคงมีระดับกัมมันตภาพรังสีต่อปริมาณหรือกัมมันตภาพรังสีรวมสูงกว่าเกณฑ์ปลอดภัย หรือกากกัมมันตรังสีที่ให้รังสีแอลฟามีระดับกัมมันตภาพรังสีต่อปริมาณต่ำกว่า 400 แบ็กเกอแรลต่อกรัม และมีระดับกัมมันตภาพรังสีรวมในแต่ละหีบห่อต่ำกว่า 4,000

แบ็กเกอแรลต่อกรัม เช่น ต้นกำเนิดรังสีที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม หรือในด้านการแพทย์ ซึ่งเลิกใช้แล้ว

4. กากกัมมันตรังสีระดับรังสีต่ำและปานกลางครึ่งชีวิตยาว ได้แก่ กากกัมมันตรังสีที่มีระดับกัมมันตภาพรังสีต่อปริมาณหรือกัมมันตภาพรังสีรวมสูงกว่ากากกัมมันตรังสีประเภทที่ 3 และเป็นกากกัมมันตรังสีที่ให้ความร้อนไม่เกิน 2 กิโลวัตต์ต่อลูกบาศก์เมตร



5. กากกัมมันตรังสีระดับรังสีสูง ได้แก่ กากกัมมันตรังสีที่มีระดับกัมมันตภาพรังสีต่อปริมาณสูงกว่ากากกัมมันตรังสีประเภทที่ 4 และเป็นกากกัมมันตรังสีที่ให้ความร้อนเกิน 2 กิโลวัตต์ ต่อลูกบาศก์เมตร เช่น กากที่เกิดจากการนำแท่งเชื้อเพลิงมาสกัดเอายูเรเนียมกลับมาใช้ใหม่ เพื่อเป็นเชื้อเพลิงเดินเครื่องปฏิกรณ์ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

ประเทศไทยเรายังไม่มีเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูกำลังที่ใช้สำหรับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และเรือดำน้ำ จึงมีกากกัมมันตรังสีเพียง 3 ประเภทแรกเท่านั้น

แบ่งตามสถานะของกากกัมมันตรังสี

กากกัมมันตรังสีจะมีสถานะอะไรขึ้นอยู่กับว่ากากนั้นเกิดจากกระบวนการอะไร เช่น เครื่องฉายรังสีโคบอลต์-60 ที่ใช้รักษาผู้ป่วยโรคมะเร็ง มีครึ่งชีวิต 5 ปี เมื่อใช้ไปนานๆ กัมมันตภาพรังสีจะลดลง แม้ว่าจะยังคงใช้ได้ผล แต่ก็ต้องใช้เวลาฉายแสงนาน จึงไม่นิยมนำมาใช้เพราะเกรงว่าผู้ป่วยจะได้รับรังสีนานเกินไป เครื่องฉายรังสีโคบอลต์-60 ที่ไม่ใช้แล้วก็จะเป็น "กากต้นกำเนิดรังสีชนิดปิดผนึกที่ไม่ใช้แล้ว"

อุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ที่เปื้อนสารรังสีจากห้องปฏิบัติการ เช่น ขวดยา หลอดทดลอง เมื่อใช้แล้วจะกลายเป็น **"กากของแข็งกัมมันตรังสี"** แต่หากมีการล้างทำความสะอาดอุปกรณ์เหล่านั้นเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ น้ำที่ใช้ทำความสะอาดอุปกรณ์ซึ่งเปื้อนสารรังสีก็จะเป็น **"กากของเหลวกัมมันตรังสี"** เช่นเดียวกับสารรังสีที่นำไปใช้ในทางการแพทย์ เช่น การฉีดสารกัมมันตรังสีเข้าไปในร่างกายผู้ป่วย เพื่อระงับการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง ของเสียที่ผู้ป่วยขับถ่ายออกมาจะเป็นกากของเหลวกัมมันตรังสี หากใช้สารกัมมันตรังสีที่มีครึ่งชีวิตสั้นก็สามารถเก็บทอดระยะเวลาให้รังสีสลายไปจนอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย จึงจะระบายทิ้งได้

กากกัมมันตรังสีจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

แม้ว่าการเดินเครื่องปฏิกรณ์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าโดยตรงจะไม่ก่อให้เกิดกากกัมมันตรังสี แต่ในบางกระบวนการของการ

ดำเนินการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ก็มีกากกัมมันตรังสี ซึ่งแบ่งย่อยเป็น 2 ประเภท คือ

1. **กากกัมมันตรังสีระดับรังสีต่ำ** ส่วนใหญ่มาจากกระดาษและวัสดุที่ใช้กรองอากาศ การทำความสะอาดระบบระบายความร้อน บ่อเก็บแท่งเชื้อเพลิงใช้แล้ว การขจัดการเปื้อนสารกัมมันตรังสีของอุปกรณ์และเสื้อผ้าของเจ้าหน้าที่ขณะซ่อมบำรุง กากเหล่านี้มีระดับรังสีปานกลางและระดับรังสีต่ำ สามารถนำไปลดปริมาตร และเก็บไว้ให้สลายไปในระยะเวลา 10 - 50 ปี จนถึงระดับเกณฑ์ปลอดภัย (clearance level)

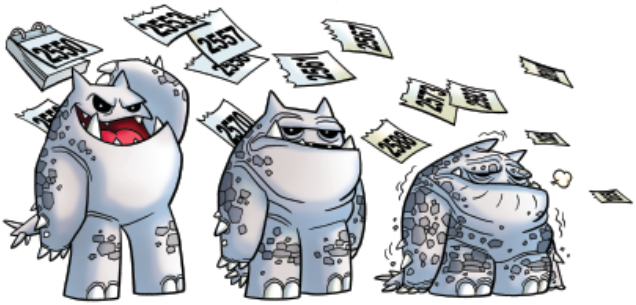
2. **กากกัมมันตรังสีระดับรังสีสูง ที่เกิดจากการนำเชื้อเพลิงนิวเคลียร์มาสกัดเพื่อนำมาใช้ใหม่** (reprocessing) แท่งเชื้อเพลิงใช้แล้วในโรงไฟฟ้า

นิวเคลียร์แบบความดันสูง สำหรับโรงไฟฟ้าขนาด 1,000 เมกะวัตต์ จะใช้ยูเรเนียมเข้มข้น 3% ในปริมาณ 89 ตัน มาประกอบเป็นแกนปฏิกรณ์ ซึ่งแต่ละปีจะต้องสับเปลี่ยนแท่งเชื้อเพลิงระหว่างการซ่อมบำรุงประจำปี ทำให้เกิดเชื้อเพลิงใช้แล้วประมาณ 27 - 30 ตัน คิดเป็นปริมาตรราว 50 ลูกบาศก์เมตร มีธาตุยูเรเนียม-235 และธาตุพลูโทเนียม-239 ที่นำมาสกัดใช้เป็นเชื้อเพลิงได้อีก

เชื้อเพลิงใช้แล้วในแต่ละปีประมาณ 27 - 30 ตัน เมื่อผ่านกระบวนการสกัดเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ จะเหลือกากกัมมันตรังสีประมาณ 5% เป็นกากกัมมันตรังสีระดับรังสีสูงที่มีอายุยาวนานเป็นหมื่นปี จึงต้องเก็บไว้ภายในอาคารเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู 1 - 5 ปี เพื่อให้ความร้อนลดลง หลังจากนั้นจึงนำไปแปรสภาพโดยวิธีหลอมรวมกับแก้ว ทำให้ปริมาตรลดลงเหลือเพียงปีละ 3 ลูกบาศก์เมตร สามารถจัดเก็บได้สะดวก และมีความปลอดภัยในการเก็บรักษาในเวลายาวนาน

การจัดการกากกัมมันตรังสี

ขยะในบ้านเราหรือขยะทั่วไปนั้น ถ้าเราจะทิ้ง ก็สามารถทำได้อย่างง่าย ๆ เพียงแค่นำของที่เราไม่ต้องการนั้นไปทิ้งในถังขยะ หรือเผาให้หมดไปจนกลายเป็นเถ้าถ่าน แต่กากกัมมันตรังสีเป็นของเหลือใช้ที่มีความพิเศษ จึงต้องจัดการให้ถูกต้องตามขั้นตอน และเหมาะสมตามประเภทของกากกัมมันตรังสีและความเข้มข้นของรังสีที่เหลือค้างอยู่ในกากนั้น เพื่อความปลอดภัยสูงสุด



วิธีการจัดการกากกัมมันตรังสี เริ่มต้นจาก **การคัดแยก** เพื่อแบ่งประเภทหรือชนิดของกาก จากนั้นจึง **รวบรวมกาก** แล้วนำไปบำบัดก่อนที่จะ **แปรสภาพ** เพื่อให้กากกัมมันตรังสีนั้นอยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมในการเก็บรักษา ก่อนจัดการ **ขนย้าย** เพื่อนำไปเก็บรักษาไว้ในที่ปลอดภัย ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณที่ทำการจัดการนั้น หรือบางกรณีอาจ **ปล่อยทอดระยะเวลา** ให้กัมมันตภาพรังสีสลายไปเองตามธรรมชาติ

แหล่งที่มาของกากกัมมันตรังสี

แหล่งที่มาของกากกัมมันตรังสีในประเทศไทย มีอยู่ด้วยกันหลายทาง ซึ่งมีปริมาณการใช้งานใกล้เคียงกัน ได้แก่

กากกัมมันตรังสีที่ใช้ในทางการแพทย์ โดยมากจะใช้รังสีในขั้นตอนของการตรวจวินิจฉัย และการบำบัดรักษาโรค เช่น ขวดยาเข็มฉีดยา เซรุ่ม เลือด ปัสสาวะ ที่เปื้อนสารกัมมันตรังสี

กากกัมมันตรังสีที่เกิดจากการศึกษาวิจัย เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและความเป็นอยู่ของประชาชน เช่น น้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการ ถุงมือ หน้ากากกันฝุ่น ผ้าหรือกระดาษชำระ ที่เจ้าหน้าที่ใช้ในห้องปฏิบัติการศึกษาวิจัยที่ใช้สารกัมมันตรังสีชนิดไม่ปิดผนึก

กากกัมมันตรังสีจากกระบวนการทางอุตสาหกรรม ซึ่งใช้เพื่อการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ ควบคุมการผลิต

เราจัดการกากกัมมันตรังสีอย่างไร

เมื่อเรารู้แล้วว่ากากกัมมันตรังสีอยู่ในสถานะใด เป็นกากแบบไหน เป็นของแข็ง ของเหลว หรือเป็นแก๊ส ยังต้องรู้อีกว่ากากกัมมันตรังสีนั้น มีความแรงของรังสีอยู่ในระดับไหน เพื่อหาวิธีการจัดการกากกัมมันตรังสีได้อย่างเหมาะสมที่สุด

กากของแข็งที่เกิดจากการใช้งานทั่วๆ ไป ซึ่งเกิดการเปื้อนสารกัมมันตรังสี เช่น ภาชนะต่างๆ เศษกระดาษ หรือซากสัตว์ทดลอง กากประเภทนี้มักบำบัดโดยการลดปริมาตรด้วย

การเผา หรืออัดกากด้วยเครื่องมืออัดกำลัง หรือบดหรือตัดกากที่มีขนาดใหญ่ให้เล็กลง บางครั้งใช้การหลอมละลายโลหะเปื้อนรังสี และบางครั้งทำให้ละลายด้วยกรด

กากกัมมันตรังสีของแข็ง จะถูกนำมาผ่านกระบวนการบำบัดกากโดยวิธีลดปริมาตร เช่น การเผา การบดอัดกาก และแปรสภาพให้เหมาะสมในการเก็บทิ้งถาวร เช่น วิธีผนึกกับซีเมนต์ แล้วบรรจุในถังเหล็กขนาด 200 ลิตร

กากต้นกำเนิดรังสีปิดผนึก อาจบรรจุอยู่ในภาชนะกำบังรังสี เช่น ตะกั่ว แล้วนำไปบรรจุถังเหล็กบุคอนกรีตอีกชั้นหนึ่ง ส่วน**กากกัมมันตรังสีประเภทของเหลว** อาจบำบัดโดยวิธีการต้มระเหย เพื่อให้ได้กากตะกอนเข้มข้น แล้วจึงนำไปแปรสภาพโดยการผนึกกับซีเมนต์ หรือหลอมรวมกับยางมะตอย ก่อนบรรจุลงในถังเหล็ก 200

ลิตร กากที่ได้รับการบำบัดและแปรสภาพแล้ว จะถูกนำไปเก็บในสถานที่เก็บกากชั่วคราว เช่น อาคารเก็บกากบนพื้นดิน เพื่อรอขั้นตอนสุดท้าย คือ การเก็บทิ้งถาวร โดยวิธีการฝังใต้ดินตื้น ระดับความลึกประมาณ 5 - 10 เมตร ซึ่งปัจจุบันการฝังใต้ดินตื้นยังไม่มีในประเทศไทย ผลิตภัณฑ์กากที่แปรสภาพแล้ว จะถูกเก็บรักษาในอาคารเก็บกาก ซึ่งมีระบบรักษาความปลอดภัยเป็นอย่างดี

กากกัมมันตรังสีระดับสูง มีวิธีการบำบัดต่างๆ หนึ่งในนั้นคือการนำไปหลอมให้เป็นเนื้อเดียวกันกับแก้วชนิดพิเศษโดยใช้ความร้อนสูงมาก จนกากกัมมันตรังสีนั้นอยู่ในรูปของผลึกแก้ว บรรจุลงภาชนะเหล็กไร้สนิมหรือทองแดง แล้วจึงนำไปจัดเก็บในสถานที่ที่ถือว่ามีความปลอดภัยสูงสุดในปัจจุบัน คือ ฝังลงในชั้นหินแข็ง ความลึกจากระดับผิวดิน 500 - 1,000 เมตร

ภาชนะบรรจุกากกัมมันตรังสีที่ทำจากเหล็กไร้สนิม หรือทองแดงซึ่งมีความคงทน และการแปรสภาพเป็นผลึกแก้วนั้น

สามารถเก็บสารกัมมันตรังสีไม่ให้รั่วไหลออกได้นานนับพันปี ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่กากกัมมันตรังสีจากการสลายกัมมันตรังสีของยูเรเนียมสลายเกือบหมด ส่วนธาตุที่มีครึ่งชีวิตยาว เช่น ยูเรเนียม พลูโทเนียม และอะเมริเซียม จะมีอันตรายทางรังสีเท่ากับแร่ยูเรเนียมในธรรมชาติเท่านั้น โดยทั่วไปเราเรียกกากกัมมันตรังสีที่ผ่านการแปรสภาพแล้วว่า **ผลิตภัณฑ์กากกัมมันตรังสี (radioactive waste product)**

ส่วน**กากกัมมันตรังสีชนิดที่เป็นไอหรือแก๊ส** นั้น สามารถบำบัดกากนั้นได้หลายวิธี เช่น ใช้เทคนิคการดูดจับ (absorption technique) วิธีนี้คือ การดูดจับแก๊สกัมมันตรังสีด้วยการใช้สารตัวกลางที่มีความเหมาะสม

บางครั้งอาจใช้การสกัดแยก (extraction) โดยอาศัยเทคนิคการกลั่นเย็น โดยลดอุณหภูมิของแก๊สนั้นให้เย็นจัดจนกระทั่งแปรสภาพกลายเป็นของเหลว แล้วค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นทีละน้อย แก๊สที่มีจุดเดือดต่างกันจะค่อยๆ ระเหยไปณ อุณหภูมิต่างกัน

ประเทศไทยจัดการกากกัมมันตรังสีอย่างไร

ไม่ว่าจะนำเข้าสารกัมมันตรังสีจากที่ใดก็ตาม ผู้ใช้สารกัมมันตรังสีจะต้องรับผิดชอบต่อกากกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นจากการใช้งานในแต่ละหน่วยงาน โดยจะต้องมีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสี ให้คำแนะนำ เก็บรวบรวม และคัดแยกประเภทกากกัมมันตรังสีให้ถูกต้อง แล้วนำส่งไปที่ **ศูนย์จัดการกากกัมมันตรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)** ซึ่งเป็นศูนย์กลางการจัดการกากกัมมันตรังสีของประเทศไทย

ศูนย์จัดการกากกัมมันตรังสี* ปัจจุบันตั้งอยู่ภายในบริเวณสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ เป็นหน่วยงานที่ให้บริการจัดการกากกัมมันตรังสี พร้อมให้ความรู้เกี่ยวกับการจัดการกากกัมมันตรังสี

**ในอนาคต ศูนย์จัดการกากกัมมันตรังสีจะย้ายไปอยู่ที่ จ. นครนายก*

กากกัมมันตรังสี...ใช้แล้วไปไหน

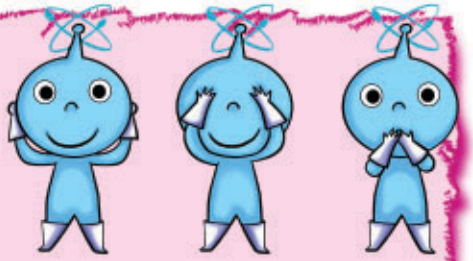
กากกัมมันตรังสีที่ผ่านกระบวนการเก็บรวบรวม คัดแยก บำบัด แปรสภาพแล้ว จะถูกบรรจุลงในภาชนะที่เหมาะสม เพื่อนำเก็บรักษาอย่างเป็นระเบียบภายในโรงเก็บกากกัมมันตรังสี โดยคำนึงถึงความถูกต้องตามหลักวิชาการซึ่งเน้นเรื่องความปลอดภัยเป็นหัวใจสำคัญ

นับแต่มีการก่อตั้งสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ตลอดระยะเวลากว่า 40 ปี สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติได้ตรวจติดตามและประเมินผลกระทบทางรังสีอันเนื่องมาจากการจัดการกากกัมมันตรังสี จากการประเมินผลพบว่ากลุ่มเป้าหมายได้รับรังสีสูงสุดโดยเฉลี่ยเพียงปีละ 0.0009 มิลลิซีเวิร์ตเท่านั้น ซึ่งเกณฑ์ปลอดภัยทางรังสีมีค่า 1 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี

แต่ละประเภทแก่หน่วยงานหรือองค์กรต่างๆ โดยให้คำแนะนำวิธีปฏิบัติในการจัดการกากกัมมันตรังสีให้เป็นไปอย่างถูกต้องและปลอดภัย ผู้สนใจสามารถติดต่อใช้บริการได้ที่โทรศัพท์หมายเลข 0-2579-5230 ต่อ 3116 - 3118

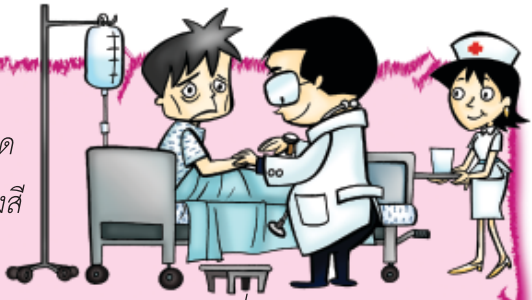
จะทิ้งกากกัมมันตรังสีอย่างไร

หลังจากบำบัดกากกัมมันตรังสีด้วยการลดปริมาตร และแปรสภาพกากให้อยู่ในสภาพคงทน เราก็ยังทิ้งกากกัมมันตรังสีนั้นไม่ได้ทันที ต้องนำไปเก็บรักษาไว้ อาศัยระยะเวลาให้รังสีในกากนั้นค่อย ๆ สลายไปจนมีระดับรังสีอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย



เหตุการณ์โคบอลต์-60
ที่สมุทรปราการ

เมื่อเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543 มีผู้ลักลอบเข้าไปถอดชิ้นส่วนเครื่องฉายรังสีที่เก็บไว้ในลานจอดรถของบริษัทแห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นผู้นำเข้าเครื่องฉายรังสีและจำหน่ายให้โรงพยาบาล แต่เนื่องจากเครื่องฉายรังสีนั้นใช้งานมายาวนานแล้ว โรงพยาบาลไม่ประสงค์ใช้งานต่อไปและได้สั่งซื้อเครื่องฉายรังสีใหม่ พร้อมส่งคืนเครื่องเดิมแก่บริษัทผู้จำหน่าย



ชิ้นส่วนที่ถูกถอดออกไปจากเครื่องฉายรังสีที่บริษัทดังกล่าวเก็บไว้คือต้นกำเนิดรังสีชนิดปิดผนึกโคบอลต์-60 ซึ่งห่อหุ้มด้วยสเตนเลสและตะกั่ว มีน้ำหนักรวมกว่า 120 กิโลกรัม แม้ว่าที่เครื่องฉายรังสีจะมีสัญลักษณ์พร้อมข้อความเตือนภัยจากรังสีติดอยู่ แต่ด้วยความไม่รู้จักสัญลักษณ์ ผู้ลักลอบจึงนำโลหะดังกล่าวไปขายให้แก่ร้านรับซื้อของเก่าในจังหวัดสมุทรปราการ ทางร้านได้ผ่าแยกเอาสเตนเลสและตะกั่วออกจากกันเพื่อนำไปขาย ส่วนแท่งโคบอลต์-60 ความยาวประมาณ 4 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ยังคงปะปนกับเศษโลหะอื่นๆ อยู่ในโกดัง

ต้นกำเนิดรังสีโคบอลต์นี้แผ่รังสีออกมาตลอดเวลา แต่ไม่มีใครรู้ จากการตรวจสอบภายหลังพบว่ามีความแรงรังสีประมาณ 425 คูรี

หลังจากนั้น ผู้ที่จับต้องและเกี่ยวข้องกับโคบอลต์-60 นี้ ทั้งบุคคลที่ลักลอบถอดชิ้นส่วนออกไป ลูกจ้าง รวมถึงเจ้าของร้านรับซื้อของเก่าต่างล้มป่วยด้วยอาการแสบคัน ผิวหนังเป็นแผลไหม้ ผมร่วง เบื่ออาหาร อาเจียน และท้องร่วง มีผู้ได้รับบาดเจ็บ 12 คน เสียชีวิต 3 คน เนื่องจากปริมาณเม็ดเลือดขาวลดลงจนร่างกายไม่สามารถสร้างภูมิต้านทานเชื้อโรคได้

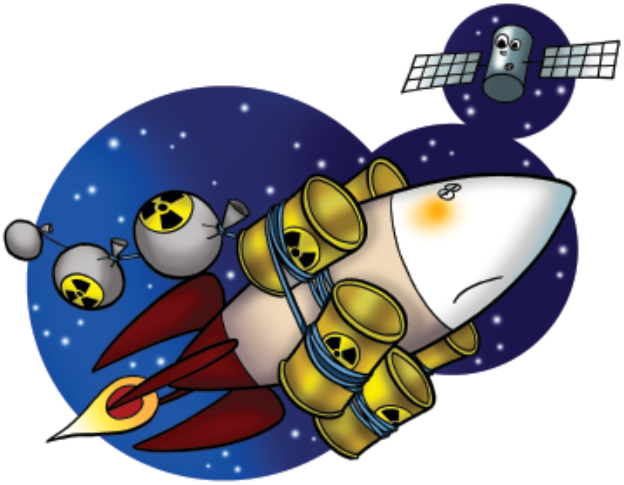
เหตุการณ์ครั้งนั้นมีการติดตามอย่างต่อเนื่องมาอีกหลายปี เนื่องจากส่งผลกระทบต่อชีวิตและสุขภาพของผู้ที่เกี่ยวข้องในวงกว้าง นับเป็นบทเรียนที่สำคัญเรื่องการให้ความรู้แก่ประชาชนในเรื่องสัญลักษณ์และการป้องกันภัยทางรังสี ตลอดจนหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ใช้เป็นข้อเตือนใจในการป้องกันอุบัติเหตุจากรังสีต่อไป

การเก็บทิ้งกากแบบถาวร

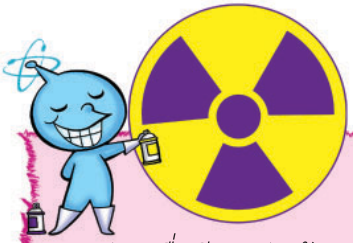
ถ้าเป็นกากของแข็งที่มีรังสีต่ำ และมีครึ่งชีวิตของสารกัมมันตรังสีไม่เกิน 30 ปี สามารถนำกากนั้นไปฝังในหลุมดินหรือบ่อที่มีโครงสร้างแข็งแรง แต่หากกากของแข็งนั้นมีรังสีสูงหรือมีครึ่งชีวิตยาว ต้องฝังกากให้ลึกลงไปในโครงสร้างทางธรณีวิทยาให้มากพอจนมั่นใจได้ว่าจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

สถานที่ทิ้งกากกัมมันตรังสี

กากกัมมันตรังสี แม้จะมีชื่อเรียกว่ากาก แต่อาจจะเป็นวัสดุอุปกรณ์ ที่มีสภาพใช้งานได้ เพียงแต่ไม่มีผู้ประสงค์จะใช้งานอีก และไม่ใช่ขยะทั่วไปที่เมื่อหมดประโยชน์แล้วจะทิ้งไปได้ง่ายๆ การจะทิ้งกากกัมมันตรังสีจะต้องหาสถานที่ที่มั่นใจว่าปลอดภัยที่สุด



ที่ผ่านมา นักวิทยาศาสตร์หลายประเทศเคยคิดแสวงหาวิธีการใหม่ๆ ในการทิ้งกากกัมมันตรังสีถาวร เช่น ฝังกากในธารน้ำแข็งขั้วโลก ทิ้งกากออกไปในอวกาศ หรือฝังลงพื้นใต้ทะเล แต่ปัจจุบันได้รู้กันแล้วว่าไม่ใช่วิธีที่ถูกต้อง เพราะอาจทำลายระบบนิเวศวิทยาของโลก



กากกัมมันตรังสีบางชนิดที่มีอายุยาวนานเป็นหมื่นปีจำเป็นต้องหาสถานที่เก็บถาวรเพื่อป้องกันปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมในอนาคต โดยในปัจจุบันได้มีการวิจัยและพัฒนาเพื่อจะสร้างสถานที่เก็บกากกัมมันตรังสีถาวรลึกลงไปในพื้นดินตามชั้นหินแกรนิต หินเกลือ ดินเหนียว และหินจากภูเขาไฟ ซึ่งดำเนินการแล้วในประเทศแคนาดา อังกฤษ สหรัฐอเมริกา สวีเดน สวิตเซอร์แลนด์ และฝรั่งเศส

ต่อมามีการศึกษาการทำลายกากกัมมันตรังสีด้วยวิธีทางนิวเคลียร์ โดยใช้เครื่องเร่งอนุภาคหรือเครื่องเร่งปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อทำให้ยูเรเนียม หรือพลูโทเนียม เปลี่ยนไปเป็นธาตุอื่นที่มีครึ่งชีวิตสั้นลง แต่วิธีนี้ต้องใช้เทคโนโลยีระดับสูงและใช้เงินลงทุนมาก จึงยังอยู่ในขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา หากโครงการนี้สำเร็จ ในอนาคตการจัดการกากกัมมันตรังสีก็จะทำได้อย่างสะดวกง่ายดายขึ้น และมีความปลอดภัยมากขึ้นทั้งต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

พื้นที่สำหรับการฝังกากใต้ดินนั้นต้องไม่เป็นที่ลุ่ม ไม่มีปัญหาเรื่องน้ำท่วม ไม่เคยเกิดเหตุดินถล่ม ไม่มีประวัติการเกิด

แผ่นดินไหว ควรอยู่ในภูมิประเทศที่มีฝนตกน้อย ต้องไม่เคยเกิดเหตุจากลมพายุ ที่สำคัญคือต้องมีระดับน้ำใต้ดินลึกมากกว่า 10 เมตร และเมื่อนำกากกัมมันตรังสีมาทิ้งแล้ว ก็ยังต้องติดตามเรื่องความปลอดภัยต่อไปอีกอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มั่นใจว่าจะไม่เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งประชาชนในบริเวณใกล้เคียง

ในอนาคต โลกต้องพึ่งพาพลังงานนิวเคลียร์ในการผลิตไฟฟ้า และใช้เป็นพลังงานทดแทนพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งกำลังจะหมดไปจากโลกในอีกไม่กี่สิบปีข้างหน้านี้ ดังนั้นแน่นอนว่ากากกัมมันตรังสีก็จะเพิ่มมากขึ้นตามการใช้ที่มากขึ้น การจัดการกากกัมมันตรังสีให้มีประสิทธิภาพนับเป็นเรื่องที่สำคัญยิ่ง หน่วยงานที่เกี่ยวข้องของทุกประเทศต้องร่วมมือกันหาแนวทางที่เหมาะสมที่สุด เพื่อนำไปสู่ผลที่ดีที่สุดต่อมวลมนุษยชาติ

อภิธานศัพท์

กัมมันตภาพรังสี (radioactivity)

การสลายของนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีปลดปล่อยรังสีแอลฟา รังสีบีตา และรังสีแกมมาออกมาอย่างทันทีทันใด รังสีที่ถูกปลดปล่อยออกมา อาจมีครบทั้ง 3 ชนิด หรือเพียงบางชนิด

กากกัมมันตรังสี (radioactive waste)

วัสดุที่อยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ที่เป็นหรือประกอบด้วย หรือปนเปื้อนด้วยสารกัมมันตรังสีที่มีค่ากัมมันตภาพรังสีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดโดยคณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ซึ่งผู้ครอบครองวัสดุนั้นไม่ประสงค์จะใช้งานอีกต่อไป และให้หมายรวมถึงวัสดุอื่นใดที่คณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กำหนดให้เป็นกากกัมมันตรังสีด้วย

การเก็บรักษากากกัมมันตรังสี

การเก็บรักษากากกัมมันตรังสีไว้ในสถานที่จัดเก็บที่เหมาะสม เพื่อความปลอดภัยต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อม โดยจัดเก็บอย่างเป็นหมวดหมู่และเป็นระเบียบ มีการจำกัดเขต ติดป้ายแสดงสถานที่และระดับรังสีอย่างชัดเจน ผนังของสถานที่จัดเก็บมีความหนาเพียงพอต่อการกำบังรังสีให้อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยและอากาศถ่ายเทสะดวก

ซีเวิร์ต (sievert, Sv)

หน่วยวัดปริมาณรังสีสมมูล หน่วยซีเวิร์ตนี้ใช้แทนหน่วยเร็ม โดย 1 ซีเวิร์ต เท่ากับ 100 เร็ม

ต้นกำเนิดรังสีชนิดปิดผนึก (sealed source)

วัสดุกัมมันตรังสีซึ่งปิดผนึกอย่างถาวรในปลอกหุ้ม หรือห่อหุ้มอย่างมิดชิดและอยู่ในรูปของแข็ง ปลอกหุ้มหรือวัสดุห่อหุ้มมีความแข็งแรงทนทานเพียงพอที่จะป้องกันการรั่วของสารกัมมันตรังสีในสภาวะการใช้งานปกติ รวมถึงเหตุผิดพลาดที่คาดว่าอาจจะเกิดขึ้นได้

ต้นกำเนิดรังสีชนิดไม่ปิดผนึก (unsealed source)

วัสดุกัมมันตรังสีที่ไม่เป็นไปตามคำนิยามของต้นกำเนิดรังสีชนิดปิดผนึก เช่น วัสดุกัมมันตรังสีไม่ว่าจะอยู่ในสถานะใดๆ ที่ไม่ได้มีการบรรจุหรือห่อหุ้มปิดผนึกด้วยโลหะหรือวัสดุอื่นใดอย่างมิดชิดถาวร

แบ็กเกอแรล (becquerel, Bq)

หน่วยที่ใช้วัดกัมมันตภาพ ในอดีตเคยใช้หน่วยคูรี

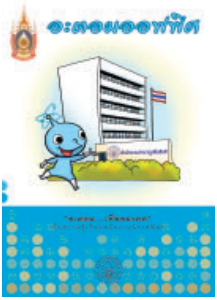
1 แบ็กเกอแรล หมายถึง การสลายของนิวไคลด์กัมมันตรังสี 1 ครั้งต่อวินาที

"อะตอม...เพื่ออนาคต"

สื่อให้ความรู้เรื่องพลังงานนิวเคลียร์

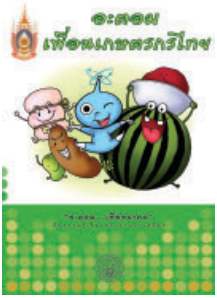
อะตอม เพื่ออนาคต

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ ได้รู้จักว่าอะตอมคืออะไร พลังงานนิวเคลียร์เกิดขึ้นได้อย่างไร คนเราทุกวันนี้เกี่ยวข้องกับพลังงานนิวเคลียร์แค่ไหน และความสำคัญของพลังงานนิวเคลียร์



อะตอมออฟฟิศ

รู้จักกับสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ เป้าหมายและความรับผิดชอบในฐานะองค์กรที่เกี่ยวข้องกับพลังงานนิวเคลียร์โดยตรง เที่ยวชมหน่วยงานภายใน รู้จักอุปกรณ์เครื่องมือที่น่าสนใจ รวมทั้งหน้าที่ของบุคลากรในส่วนต่างๆ

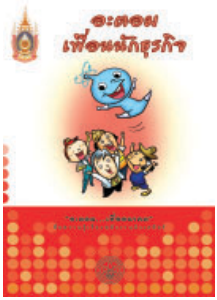


อะตอมเพื่อนเกษตรกรไทย

ประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ในการพัฒนาด้านการเกษตรของไทย ทั้งด้านการวิจัยและการนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง โดยเฉพาะในด้านการพัฒนาพันธุ์พืช การกำจัดศัตรูพืช และการถนอมอาหาร

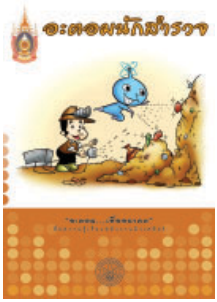
คุณหมออะตอม

ประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ในด้านการแพทย์ ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับชีวิตของทุกคน ทั้งด้านการวินิจฉัยโรค การรักษาโรค และการฆ่าเชื้อ ซึ่งการวิจัยเพื่อการแพทย์นี้มีพัฒนาการมาโดยตลอด



อะตอมเพื่อนนักธุรกิจ

ประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ที่มีต่อวงการอุตสาหกรรม ในด้านการตรวจสอบมาตรฐานการผลิต การตรวจสอบเพื่อบำรุงรักษา และการเพิ่มมูลค่าการผลิต ในประเทศไทยได้พัฒนาเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดมาอย่างต่อเนื่อง



อะตอมนักสำรวจ

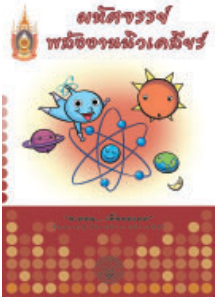
ประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ที่มีต่อการสำรวจ โดยเฉพาะการสำรวจด้านโบราณคดี และการสำรวจแหล่งแร่ ทั้งนี้โดยอาศัยหลักการในเรื่องของธาตุกัมมันตรังสี และเทคโนโลยีด้านนิวเคลียร์อื่นๆ อีกมากมาย

อยู่ปลอดภัยกับอะตอม

รับรู้ว่าคนเราสามารถใช้ชีวิตได้อย่างปลอดภัยพร้อมๆ ไปกับการพัฒนาเทคโนโลยีด้านนิวเคลียร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับคนเราเกือบทุกเรื่อง ได้รู้การปฏิบัติตัวอย่างถูกต้องเมื่อต้องเข้าไปเกี่ยวข้องกับพลังงานนิวเคลียร์ ทั้งผู้ใช้ และผู้รับบริการ

สถานีปลายทาง

ความรู้ในเรื่องการจัดการกับกากกัมมันตรังสีที่เหลือจากการใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์ในกิจการต่างๆ ได้รู้จักกากกัมมันตรังสีหลากหลายประเภท และความสำคัญที่ต้องจัดการอย่างถูกต้องและไม่เป็นอันตราย



มหัศจรรย์พลังงานนิวเคลียร์

บทบาทของพลังงานนิวเคลียร์ในระดับชาติและระดับสากล แสดงให้เห็นถึงเทคโนโลยีนิวเคลียร์ที่นานาประเทศทั่วโลกให้การยอมรับและไว้วางใจ ให้ความรู้เพื่อสร้างพื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานปรมาณูแก่คนทั่วไป ซึ่งจะเป็นแหล่งพลังงานสำคัญในอนาคตแทนพลังงานจากเชื้อเพลิงอื่นๆ ที่กำลังจะหมดไป

ISBN: 978-974-229-058-0

คณะผู้จัดทำ:

- นายสุรศักดิ์ พงศ์พันธุ์สุข
- นางสุชาดา พงษ์พัฒน์
- นางสาวกรรณิกา มณีวรรณ์

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เลขที่ 16 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 0-2579-5230-4, 0-2562-0123, 0-2596-7600

โทรสาร 0-2561-3013

www.oaep.go.th

ศูนย์บริการประชาชน (Call Center)

โทรศัพท์ 0-2579-1824, 0-2579-1834, 0-2579-1849, 0-2579-2888

ขอขอบคุณข้อมูลจาก

สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ศึกษา สร้างสรรค์และผลิตโดย:

บริษัท ดาวฤกษ์ คอมมูนิเคชั่นส์ จำกัด (หนึ่งในกลุ่มบริษัทที่มี) 151 ชั้น 12 อาคารทีม ถนนนวลจันทร์ แขวงคลองกุ่ม เขตบึงกุ่ม กรุงเทพฯ 10230 โทรศัพท์และโทรสาร 0-2509-9091-2 www.daoreuk.com

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เลขที่ 16 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ 0-2579-5230-4, 0-2562-0123, 0-2596-7600
โทรสาร 0-2561-3013
www.oaep.go.th

ศูนย์บริการประชาชน (Call Center)
โทรศัพท์ 0-2579-1824, 0-2579-1834, 0-2579-1849, 0-2579-2888