

# สารและการเปลี่ยนแปลง

## 1. สาร

**สาร (Substance)** หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวของเรา ซึ่งสามารถสัมผัสได้ด้วยประสาททั้ง 5 โดยสารนั้นต้องเป็นสิ่งที่มีความ มีรูปร่าง มีปริมาตร ต้องการที่อยู่ และมีการเปลี่ยนแปลง

สารที่อยู่รอบตัวเราที่พบเห็นเป็นประจำ เช่น น้ำ เงิน ทองคำ ทองแดง เหล็ก น้ำมันเชื้อเพลิง แก๊สเหลว น้ำปลา หิน ทนายน คอนกรีต ปูนซีเมนต์ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าสารเหล่านี้บางอย่างเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือบางอย่างถูกดัดแปลงจากธรรมชาติ และบางอย่างถูกสังเคราะห์ขึ้นใหม่ก็ได้

## 2. สมบัติของสาร

**สมบัติของสาร** หมายถึง ลักษณะเฉพาะตัวหรือลักษณะประจำตัวของสาร เช่น สถานะ สี กลิ่น รส การละลาย จุดเดือด การนำไฟฟ้า การเกิดสนิม การเผาไหม้ เป็นต้น

สมบัติต่าง ๆ ของสาร แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

**ก. สมบัติทางกายภาพ** หมายถึง สมบัติของสารที่สามารถสังเกตเห็นได้ง่ายจากรูปร่างลักษณะภายนอก เช่น สถานะ สี กลิ่น รส รูปร่าง ปริมาตร การนำไฟฟ้า การนำความร้อน ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ จุดเดือด จุดหลอมเหลว การละลาย เป็นต้น

การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสาร ไม่มีสารใหม่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่เป็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านรูปลักษณะภายนอกเท่านั้น เช่น การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย การเปลี่ยนอุณหภูมิ การสีกร่อน เป็นต้น

ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น การที่น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำหรือเป็นไอน้ำ, การทำออกซิเจนเหลว, การหล่อรูปปั้นด้วยบรอนซ์ ทองเหลือง

**ข. สมบัติทางเคมี** หมายถึง สมบัติที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบภายในของสาร และการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น การเผาไหม้ การเกิดสนิมของเหล็ก การผุพัง การระเบิด การเผาไหม้ การเผาไหม้ การเผาไหม้ ผลไม้ไม่สุก กรดทำปฏิกิริยากับด่าง การสลายตัวของสารซึ่งก่อให้เกิดสารตัวใหม่ การเกิดน้ำ (เกิดจากการรวมตัวของไฮโดรเจนกับออกซิเจน) เป็นต้น

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือการเกิดปฏิกิริยาเคมี จะต้องมีสารใหม่เกิดขึ้นเสมอ มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายใน และมีผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของสารด้วย ทำให้สารใหม่ที่เกิดขึ้นมีสมบัติแตกต่างไปจากสารเดิม เช่น การเกิดสนิมเหล็ก การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นต้น

### ข้อแตกต่างระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพกับการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ	การเปลี่ยนแปลงทางเคมี
1. ไม่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาทางเคมี	1. เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาทางเคมี
2. ไม่มีสารใหม่เกิดขึ้น ภายหลังจากการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารยังคงเหมือนเดิม	2. มีสารใหม่เกิดขึ้น ภายหลังจากการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารแตกต่างไปจากเดิม
3. สมบัติทางเคมีและองค์ประกอบทางเคมีเหมือนเดิม	3. สมบัติทางเคมีและองค์ประกอบทางเคมีเปลี่ยนไป
4. การเปลี่ยนแปลงเป็นแบบชั่วคราวจะให้กลับสู่สภาพเดิมได้ง่าย	4. การเปลี่ยนแปลงเป็นแบบถาวรจะให้กลับสู่สภาพเดิมได้ยาก
การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ	การเปลี่ยนแปลงทางเคมี
5. ไม่มีความร้อนเกิดขึ้น ส่วนใหญ่เป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะเท่านั้น	5. มีความร้อนเกิดขึ้นจากปฏิกิริยา
6. การเปลี่ยนแปลงไม่ได้เกิดจากอิเล็กตรอนระหว่างอะตอมของธาตุ	6. เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากอิเล็กตรอนระหว่างอะตอมของธาตุ

### 3. การจำแนกสาร

ในโลกของเรามีสารต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งปัจจุบันมนุษย์รู้จักสารมากกว่าสองล้านชนิด ซึ่งสารบางอย่างก็มีสมบัติคล้ายกัน หรือมีสมบัติแตกต่างกัน ดังนั้น เพื่อความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า นักวิทยาศาสตร์จึงการจำแนกหรือจัดหมวดหมู่ของสาร โดยอาศัยสมบัติต่าง ๆ ของสารเป็นเกณฑ์ต่าง ๆ เช่น การนำไฟฟ้า สถานะ องค์ประกอบทางเคมีของสาร การละลาย ลักษณะเนื้อของสาร ขนาดอนุภาค เป็นต้น

การใช้เกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ของสารก็เพื่อให้การจัดหมวดหมู่ของสารเป็นไปในแนวทางเดียวกัน และเป็นสากล จึงใช้ลักษณะเนื้อของสารเป็นเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ของสาร โดยแบ่งเป็นสารเนื้อเดียว และสารเนื้อผสม ซึ่งสารเหล่านี้ยังแบ่งเป็นส่วนย่อย ๆ ได้อีก (เพื่อความเข้าใจ ลองพิจารณาแผนภาพด้านล่าง)



#### 3.1 สารเนื้อเดียว

**สารเนื้อเดียว (Homogeneous Substance)** หมายถึง สารเนื้อเดียวที่ไม่มีสารอื่นเจือปน โดยเป็นสารที่มีลักษณะเนื้อของสารและสมบัติเหมือนกันตลอดทั้งมวลของสารนั้น ได้แก่ น้ำเกลือ น้ำกลั่น ทอง นาก เงิน ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี สแตนเลส น้ำอัดลม น้ำโซดาเงิน ลูกเหม็น น้ำกลั่น น้ำตาลทราย แอลกอฮอล์ เป็นต้น

สารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบทางกายภาพเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถแยกองค์ประกอบด้วยวิธีทางกายภาพได้อีก เรียกว่า **สารบริสุทธิ์ (Pure substance)** ส่วนสารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบมากกว่า 1 อย่างและสามารถแยกองค์ประกอบออกจากกันด้วยวิธีทางกายภาพ เรียกว่า **ของผสมเนื้อเดียว (Heterogeneous mixture)** หรือ **สารละลาย (Solution)**

- (1.) สารบริสุทธิ์** เป็นสารเนื้อเดียวที่ประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียว หรืออาจมีองค์ประกอบมากกว่า 1 ชนิดได้ แต่ต้องเป็นองค์ประกอบทางเคมีและสามารถแยกได้ด้วยวิธีการทางเคมีเท่านั้น ไม่สามารถแยกได้ด้วยวิธีทางกายภาพ อย่างไรก็ตามสารเนื้อเดียวต้องมีจุดเดือด และจุดหลอมเหลวคงที่
- สารบริสุทธิ์ที่มีองค์ประกอบเพียงชนิดเดียว ไม่สามารถแยกองค์ประกอบได้อีก เรียกว่า **ธาตุ (Element)**
  - ส่วนสารบริสุทธิ์ที่มีองค์ประกอบมากกว่า 1 ชนิดและสามารถแยกได้ด้วยวิธีทางเคมี เรียกว่า **สารประกอบ (Compound)**

**ธาตุ** คือ สารบริสุทธิ์เนื้อเดียวที่ไม่สามารถแยกออกเป็นสารอื่นได้โดยทางเคมี เนื่องจากมีองค์ประกอบเดียว คือ อะตอม (Atom) ของธาตุนั้น ๆ เช่น ทองคำ ทองแดง เหล็ก ออกซิเจน ไฮโดรเจน คลอรีน แคลเซียม เป็นต้น

ธาตุแบ่งออกเป็น 3 สถานะ คือ (1.) **ของแข็ง** เงิน เหล็ก ทองแดง (2.) **ของเหลว** โบรมีนปรอท (3.) **แก๊ส** ไฮโดรเจน ออกซิเจน คลอรีน

นักเคมีแบ่งธาตุออกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ โลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะกึ่งอโลหะ โดยใช้สมบัติต่าง ๆ เป็นเกณฑ์ เช่น การนำไฟฟ้า จุดเดือด การนำความร้อน การเกิดปฏิกิริยาเคมี ความเป็นกรด – เบส เป็นต้น

ธาตุโลหะ (Metal) เป็นธาตุที่มีสมบัติ ดังนี้	ธาตุอโลหะ (Non metal) เป็นธาตุที่มีสมบัติดังนี้	ธาตุกึ่งโลหะกึ่งอโลหะหรือเมทัลลอยด์ (Metalloid)
1. มีสถานะเป็นของแข็ง ยกเว้นปรอทเป็นของเหลว	1. มีทั้ง 3 สถานะ เช่น คาร์บอน กำมะถัน เป็นของแข็ง โบรมีน เป็นของเหลว ออกซิเจน ไฮโดรเจน เป็นก๊าซ	เป็นธาตุที่มีสมบัติอยู่ระหว่างโลหะกับอโลหะ เช่น ธาตุซิลิคอน มีจุดเดือดสูง นำไฟฟ้าได้เหมือนโลหะ แต่แข็งและเปราะ เหมือนอโลหะ เป็นต้น
2. แข็งเหนียว ดึงเป็นเส้นและตีเป็นแผ่นได้	2. แข็งแต่เปราะหักง่าย ดึงเป็นเส้นหรือตีเป็นแผ่นไม่ได้	
3. เคาะมีเสียงดังกังวาน	3. เคาะไม่มีเสียงดังกังวาน	
4. มีผิวมันวาว สะท้อนแสงได้ดี	4. ผิวด้านไม่มันวาว สะท้อนแสงได้ไม่ดี	
5. เป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้า	5. เป็นฉนวนความร้อนและไฟฟ้า	
6. ส่วนใหญ่จุดเดือด จุดหลอมเหลวสูง	6. ส่วนใหญ่จุดเดือด จุดหลอมเหลวต่ำ	

**สารประกอบ (Compound)** เป็นสารบริสุทธิ์เนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบเดียว คือ โมเลกุลของสารนั้น ๆ ซึ่งโมเลกุลของสารประกอบจะประกอบด้วยอะตอมของธาตุต่าง ๆ มารวมตัวกันด้วยวิธีทางเคมีในอัตราส่วนของมวลและจำนวนอะตอมที่คงที่ เช่น น้ำ (H<sub>2</sub>O) ประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจน 2 อะตอม และ ธาตุออกซิเจน 1 อะตอม

คาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน 1 อะตอม และ ธาตุออกซิเจน 2 อะตอม เป็นต้น

เมื่ออะตอมของธาตุมารวมตัวกันด้วยวิธีทางเคมี จะเกิดสารประกอบที่มีสมบัติต่างไปจากสารเดิมลองดูตัวอย่าง เปรียบเทียบสมบัติของธาตุและสารประกอบที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุ

ธาตุไฮโดรเจน	ธาตุออกซิเจน	น้ำ
1. มีสถานะเป็นก๊าซ	1. มีสถานะเป็นก๊าซ	1. เป็นของเหลว
2. ติดไฟได้	2. ไม่ติดไฟ แต่ช่วยให้ไฟติด	2. ใช้สำหรับดับไฟ
3. จุดเดือด จุดหลอมเหลวต่ำ	3. จุดเดือด จุดหลอมเหลวต่ำ	3. จุดเดือด จุดหลอมเหลวสูง

## สัญลักษณ์ทางเคมีของธาตุและสารประกอบ

สัญลักษณ์ทางเคมีของธาตุ คือ ตัวอักษรในภาษาอังกฤษที่ใช้เขียนแทนชื่อและอะตอมของธาตุนั้นมีหลักในการเขียนดังนี้

1. ใช้อักษรตัวแรกของชื่อธาตุ โดยเขียนเป็นตัวพิมพ์ใหญ่
2. ถ้าอักษรตัวหน้าซ้ำกันให้เขียนตามด้วยอักษรตัวถัดไป โดยใช้ตัวพิมพ์เล็ก
3. สัญลักษณ์ของธาตุบางชนิดเป็นคำในภาษาละติน จึงไม่ตรงกับคำในภาษาอังกฤษ

ตัวอย่างเช่น Hydrogen ใช้สัญลักษณ์ H  
Helium ใช้สัญลักษณ์ He  
Silver (เงิน) ใช้สัญลักษณ์ Ag มาจาก Argentums

สัญลักษณ์ของสารประกอบหรือสูตรทางเคมีของสารประกอบ คือ หมู่สัญลักษณ์ของธาตุที่เขียนเพื่อแสดงให้เห็นว่าสารประกอบนั้น ประกอบด้วยธาตุอะไรวาง พร้อมทั้งระบุจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบเป็นตัวเลขห้อยไว้ที่ท้ายสัญลักษณ์ของธาตุที่เป็นองค์ประกอบนั้น เช่น

H<sub>2</sub>O เป็นสูตรทางเคมีของน้ำ ประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจน 2 อะตอม และ ธาตุออกซิเจน 1 อะตอม  
CO<sub>2</sub> เป็นสูตรทางเคมีของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนไดออกไซด์ 1 อะตอม และ ธาตุออกซิเจน 2 อะตอม

**(2.) สารละลาย (Solution)** เป็นของผสมเนื้อเดียวที่ประกอบด้วยสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ซึ่งละลายรวมเป็นเนื้อเดียวกัน และมีสัดส่วนขององค์ประกอบเหมือนกันตลอดทั้งสารละลายนั้น โดยไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี ตลอดจนมีอัตราส่วนในการรวมตัวที่ไม่คงที่ จึงทำให้จุดเดือด และจุดหลอมเหลวไม่คงที่

สารละลายจะมีสมบัติบางประการเหมือนสมบัติของสารบริสุทธิ์ที่เป็นองค์ประกอบ ซึ่งสามารถแบ่งองค์ประกอบของสารละลายได้เป็น 2 ชนิด คือ ตัวทำละลาย (Solvent) ตัวถูกละลาย (Solute) โดยมีเกณฑ์ในการกำหนด ดังนี้

1. ถ้าสารที่มารวมกันมีสถานะต่างกัน ดังนั้นสารที่มีสถานะเดียวกับสารละลายจะเป็นตัวทำละลาย เช่น น้ำเชื่อม อยู่ในสถานะของเหลว ดังนั้น น้ำจึงเป็นตัวทำละลาย และ น้ำตาลทรายเป็นตัวถูกละลาย
2. ถ้าสารที่มารวมกันมีสถานะเดียวกัน สารที่มีปริมาณมากกว่าจะเป็นตัวทำละลาย เช่น แอลกอฮอล์ 70% และ น้ำ 30% หมายความว่า น้ำจะเป็นตัวถูกละลาย และ เอทานอลเป็นสารละลาย เพราะแอลกอฮอล์มีปริมาณมากกว่าน้ำ

**สถานะของสารละลาย** สารละลายมี 3 สถานะ คือ

1. สารละลายที่เป็นก๊าซ เช่น อากาศ ประกอบด้วย ก๊าซไนโตรเจนร้อยละ 80 ก๊าซออกซิเจน ร้อยละ 20 และก๊าซอื่น ๆ ร้อยละ 2
2. สารละลายที่เป็นของเหลว เช่น น้ำเกลือ น้ำเชื่อม ทิงเจอร์ไอโอดีน เป็นต้น
3. สารละลายที่เป็นของแข็ง เช่น นาก ทองเหลือง ทองสัมฤทธิ์ ฟิวส์ เป็นต้น

### ตารางแสดง สารละลายที่พบทั่วไป

ตัวถูกละลาย	ตัวทำละลาย	สารละลาย
ก๊าซ	ก๊าซ	อากาศ ห่อหุ้มโลก
ก๊าซ	ของเหลว	น้ำโซดา
ของเหลว	ของเหลว	สารอุดฟัน
ของแข็ง	ของเหลว	น้ำทะเล
ของแข็ง	ของแข็ง	ทองเหลือง



(2.) สารแขวนลอย (Suspension) คือ เป็นสารเนื้อผสมที่มีขนาดอนุภาคมากกว่า  $10^{-4}$  เซนติเมตร ไม่สามารถผ่านกระดาษกรอง และกระดาษเซลโลเฟนได้ เช่น น้ำอบไทย น้ำโคลน คอนกรีต น้ำพริก ดินปืน เป็นต้น

สารแขวนลอยจะล่อยกระจัดกระจายอยู่โดยอนุภาคอยู่ในของผสมนั้นมีขนาดใหญ่ จึงมองเห็นอนุภาคในของผสมได้ชัดเจน เมื่อตั้งทิ้งไว้อนุภาคจะตกตะกอน และสามารถแยกอนุภาคออกจากของผสมได้โดยการกรอง

#### 4. ภัยกัมมันตรังสี

ปี 2439 หลังการพบรังสีเอ็กซ์ของเรินต์เกนได้ไม่นาน อองตวนองรี แบ็กเกอแรล ชาวฝรั่งเศส ได้ค้นพบยูเรเนียม และสารประกอบยูเรเนียม ที่สามารถทำให้ฟิล์มถ่ายรูปถูกทำลาย แม้จะห่อด้วยกระดาษอย่างมิดชิดก็ตาม การแผ่รังสีออกมาเรียกว่า กัมมันตภาพรังสี (Radiation)

โลกได้รับรังสี Cosmic ตลอดเวลา โดยทุก ๆ ระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น 1,000 ฟุต จะได้รับรังสีเพิ่มขึ้น 3 เมา ดังนั้น ลูกเรือของสายการบินจึงถูกจำกัดให้บินเพียง 1,000 ชั่วโมงใน 1 ปี ซึ่งจะได้รับรังสี 1 millirems (1 rem) และคนทั่วไปจะได้รับรังสี Cosmic ในแต่ละปีแตกต่างกัน แล้วยแต่สถานที่ เช่น ถ้าอยู่ใน รัฐฟลอริดาของสหรัฐอเมริกาจะได้รับเพียง 35 mrem และอาจสูงขึ้น ถึง 130 mrem ในรัฐ Wyoming หรือ Colorado เป็นต้น

แหล่งรังสีตามธรรมชาติแหล่งที่ 2 ก็ คือมาจากตัวโลกเอง เช่น Uranium-238, Tritanium-232, Potonium-40 ซึ่งพบในหินทราย หรือสถานที่อื่น ๆ นอกจากนี้รังสีบางชนิดก็พบได้ตามอริส คอนกรีต ในน้ำอากาศ ซึ่งปนเปื้อนด้วยก๊าซเรดอน

รังสีเป็นพลังงานที่แพร่กระจายออกมาในลักษณะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในความยาวของคลื่นที่แตกต่างกัน พลังงาน ดังกล่าวจะถูกปล่อยออกจากอะตอม ในหลายรูปแบบ เช่น แสง ความร้อน คลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ และ กัมมันตรังสี

#### ตารางแสดงปริมาณและผลของรังสี

ปริมาณรังสีที่รับ	ผลของรังสีที่ได้รับต่อสุขภาพ
4 มิลลิเรม	เดินทางไปกลับด้วยเครื่องบิน นิวยอร์ก-ลอนดอน
20 มิลลิเรม	x-ray ปอด 1 ครั้ง
30-50 มิลลิเรม/ต่อปี	อยู่ในบ้านไม้
50-100 มิลลิเรม/ต่อปี	อยู่ในบ้านอิฐ
70-100 มิลลิเรม/ต่อปี	อยู่ในบ้านปูน(คอนกรีต)
170 มิลลิเรม/ต่อปี	ตายด้วยโรคมะเร็ง 1 ใน 250,000 คน
500 มิลลิเรม/ต่อปี	ค่ามาตรฐานที่นานาชาติยอมรับได้สำหรับประชาชน ทั่วไป
5000 มิลลิเรม/ต่อปี	ค่ามาตรฐานที่นานาชาติยอมรับได้สำหรับเจ้าหน้าที่ใน อุตสาหกรรมนิวเคลียร์
25 เรม	มีเลือดขาวต่ำกว่าปกติเล็กน้อย
50 เรม	เกิดมีรอยแผลของผิวหนัง เม็ดเลือดขาวต่ำชัดเจนขึ้น
100 เรม	คลื่นไส้อาเจียนผมร่วงมีอัตราการเสี่ยงต่อโรคมะเร็งในระยะยาว
200-600 เรม	เลือดขาวต่ำอย่างรุนแรง มีเลือดออกในร่างกาย มีโอกาสเสียชีวิต 50 %
600-1000 เรม	เม็ดเลือดขาวถูกทำลายโดยสิ้นเชิง ระบบทำงานของลำไส้ถูกทำลาย มีโอกาสเสียชีวิต 80-100%
มากกว่า 1000 เรม	เสียชีวิตใน 1-14 วัน

ผลที่เกิดขึ้นเมื่อถูกรังสี แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ได้ 2 ประเภท คือ

1. **ผลที่เกิดขึ้นกับร่างกาย (Somatic Effect)** หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นกับส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกาย ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับว่าการรับรังสีนั้น เป็นแบบเฉียบพลัน (Acute exposure) หรือ แบบเรื้อรัง (Chronic exposure)
2. **ผลที่เกิดขึ้นกับทางพันธุกรรม (Genetic Effect)** หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นในเซลล์สืบพันธุ์ โดยจะทำให้เป็นหมัน หรือมีการผสมพันธุ์ใหม่แตกเหล่าเกิดขึ้น ซึ่งจะมีส่วนผิดปกติปรากฏ ในลูกหลาน เหลน ได้

### ระดับรังสีที่ถือว่าปลอดภัย

การกำหนดค่าปริมาณสูงสุดที่ยอมให้มนุษย์รับได้โดยถือว่าปลอดภัยได้รับการพิจารณาจาก นักวิทยาศาสตร์ และแพทย์มานานแล้ว โดยได้มีการจัดตั้งกลุ่มหรือสถาบันขึ้นทั้งในประเทศและระหว่างประเทศ เรียกว่า คณะกรรมาธิการว่าด้วยการป้องกันรังสีระหว่างประเทศ (ICRP: International Commission on Radiological Protection) ได้กำหนดค่าปริมาณรังสีสูงสุดที่ยอมให้รับได้ เรียกว่าค่า MPD (Maximum Permissible Dose) ขึ้นมาโดยมีความหมายในแง่ที่ว่าการทำงานกับรังสี ถ้าได้รับรังสีต่ำกว่าค่า MPD ถือว่าปลอดภัย ค่า MPD ที่กำหนดให้สำหรับอวัยวะ ต่าง ๆ ดังนี้

- สำหรับบุคคลที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับรังสีไม่ควรเกิน 5 R/ปี หรือ 0.1 R/สัปดาห์
- สำหรับบุคคลทั่วไปไม่ควรเกิน 0.5 R/ปี หรือ 0.01 R/สัปดาห์
- สำหรับสตรีมีครรภ์ไม่ควรเกิน 0.5 R ในระหว่างตั้งครรภ์
- ในกรณีบุคคลที่ทำงานด้านรังสีได้รับรังสีเกิน 5 rems ในปีหนึ่งแล้วในปีถัดไปจะต้องให้ได้รับรังสีน้อยลง

วิธีการทั่ว ๆ ไปในการป้องกันการทะลุทะลวงของรังสีอันอาจเป็นอันตรายต่อร่างกาย ก็คือใช้วิธีการแยกให้ระยะห่างจากบริเวณที่คนทำงาน หรือโดยการสร้างแผงกันรังสี (Shield) ด้วยวัสดุที่หนักพอที่จะลดรังสีที่ผ่านออกมาให้ต่ำกว่าระดับมาตรฐานสูงสุดที่กำหนด หรือโดยการลดเวลาการทำงานให้น้อยลง

### ประโยชน์ทั่วไปของสารกัมมันตรังสี

1. **ทางการเกษตร** เช่น ใช้ในการถนอมอาหาร การเปลี่ยนพันธุกรรมพืช ป้องกันการงอกของมันฝรั่ง หอม ชิงช้า แครอท กระเทียม กำจัดแมลง ชะลอการสุกของผลไม้
2. **ทางการอุตสาหกรรม** เช่น ใช้ในการตรวจสอบรอยเชื่อมโลหะ เชื่อมเรือดำน้ำ หาความหนาของกระดาษ วัดปริมาณ กำมะถัน ในปิโตรเลียม

### การป้องกัน กัมมันตภาพรังสี

1. ให้มีเวลาสัมผัสสั้นที่สุด
2. อยู่ให้ห่างที่สุด
3. ให้วัตถุกำบังหนา ๆ เช่น ตะกั่ว คอนกรีต ส่วนอนุภาคนิวตรอนป้องกันโดยน้ำ
4. มีเครื่องมือวัดรังสีติดตั้งไว้

## 5. ธาตุและสารประกอบในชีวิตประจำวัน

โซเดียมคลอไรด์	ใช้ปรุงรสอาหาร ถนอมอาหาร เป็นสารตั้งต้นในการผลิตโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต หรือโซดาทำขนม, หรือโซดาไฟ ในต่างประเทศใช้โซเดียมคลอไรด์สำหรับละลายน้ำแข็งในหิมะ นอกจากนี้โซเดียมยังเป็นสารจำเป็นในร่างกาย คือเป็นส่วนประกอบของของเหลวในร่างกาย
แคลเซียมคลอไรด์	ใช้เป็นสารดูดความชื้น ใช้ในเครื่องทำความเย็นในอุตสาหกรรมห้องเย็น ใช้ทำฟันเทียม
โพแทสเซียมคลอไรด์	ใช้ทำปุ๋ย
แอมโมเนียมคลอไรด์	ใช้เป็นน้ำประสานดินบุก และใช้เป็นอิเล็กโทรไลต์มาเซลล์ถ่านไฟฉาย
โซเดียมหรือแคลเซียมคลอไรด์	ใช้เป็นสารฟอกสี ฟอกขาวเยื่อกระดาษ ใช้ฆ่าแบคทีเรียและสาหร่ายในน้ำประปา และในน้ำสระ

HCI	ใช้กำจัดสนิมเหล็กก่อนที่จะฉาบสารกันสนิม
DDT	ใช้เป็นยาฆ่าแมลง (ปัจจุบันเป็นสารต้องห้าม)
ฟรอน หรือสาร CFC	ใช้ทำความเย็น เป็นตัวขับเคลื่อนในกระป๋องสเปรย์
โบรมโคลอโรไดฟลูออโรมีเทน	เป็นสารที่ใช้ดับเพลิงในรถยนต์ และเครื่องบิน
CCl <sub>4</sub> , CHCl <sub>3</sub>	ใช้เป็นตัวทำละลายในการสกัดสารอินทรีย์
แคลเซียม	มีความแข็งแรงพอใช้เป็นโลหะที่มีเงาวาว เบา ถ้าอยู่กับไอน้ำในอากาศมันจะหมดเงาทันที ทำปฏิกิริยากับน้ำได้ไฮโดรเจน
แคลเซียมคาร์บอเนต	พบมากในธรรมชาติเกิดอยู่ในแบบของหินปูน, หินอ่อน, ชอล์ก, หอย, เปลือกหอยกาบ และไข่มุก แคลเซียมคาร์บอเนตที่บริสุทธิ์จะมีสีขาว แต่แคลเซียมคาร์บอเนตที่อยู่ในรูปของหินอ่อนจะใช้ประโยชน์ในการก่อสร้าง
แคลเซียมฟอสเฟต	พบมากอยู่ในมลรัฐฟลอริดา อยู่ในกระดูก มีประโยชน์ใช้ทำปุ๋ย
แคลเซียมซัลเฟต	มีอยู่ในธรรมชาติ ในชื่อยิปซัม ใช้ในเกษตรกรรมทำให้ดินดี และใช้ในอุตสาหกรรมทำปูนปลาสเตอร์
อะลูมิเนียม	เป็นธาตุที่มีมากเป็นที่ 3 ในโลก เป็นโลหะที่มีราคาถูก ใช้มากในอุตสาหกรรมเมื่อผสมกับธาตุอื่นเป็นโลหะผสม (Alloys) สารประกอบอะลูมิเนียม ได้แก่ อะลูมิเนียมออกไซด์บางครั้งเรียกว่าคอร์ันดัม ซึ่งแข็งมากเกือบเท่าเพชร บางทีเรียกว่าบุษราคัมหรือทับทิม
สารส้ม	ใช้แกว่งน้ำให้ตะกอนตกกันตม
เกาลิน หรือ ดินขาว	ใช้ทำเครื่องเคลือบดินเผา
เหล็ก	เป็นธาตุที่มีมากเป็นที่ 4 ในโลก เหล็กนี้ได้จากการถลุงเหล็ก โดยใช้เตาบลาสเฟอร์เนส
เหล็กกล้า	เป็นเหล็กที่ใช้ประโยชน์มาก เช่น ทำชิ้น ทำขบวนรถไฟ
เหล็กกล้าผสม	คุณสมบัติและประโยชน์ที่เหล็กกล้าถูกสารอื่นผสม ดังนี้ - เดิมโครเมียม ทำให้เหล็กเหนียว แข็ง ใช้ทำมีดโกน เกียร์รถยนต์ เหล็กกล้ากันสนิม (Stainless Steel) - เดิมนิเกิล ทำให้เหล็กเหนียวไม่เปราะ ใช้ทำชิ้นส่วนรถยนต์ - เดิมแมงกานีส ทำให้เหล็กแข็งและเหนียว ใช้ทำตุ้มนิรภัย ชิ้นส่วนเรือรบ - เดิมทังสแตน ทำให้เหล็กเหนียว ใช้ทำชิ้นส่วนรถยนต์
ทองแดง	พบมากในธรรมชาติในรูปของสินแร่ต่าง ๆ และมีอยู่ในเลือดของสัตว์บางชนิดคือ มีใน Haemocyanin (ฮีมี) ทองแดงมีคุณสมบัติเป็นโลหะ เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีมากรองลงมาจากเงิน
ทองเหลือง	คือ ทองแดงผสมกับสังกะสี ใช้ทำกุญแจ ปลอกกระสุนปืน กรอบประตู ฯลฯ
บรอนซ์	บางทีเรียกสัมฤทธิ์ ลงหิน หรือทองม้าล่อ คือ ทองแดงผสมกับดีบุก ในอัตราส่วนต่าง ๆ
จุนสี	เป็นสารประกอบที่สำคัญของทองแดง บางทีเรียก Blue Vitriol มนุษย์ใช้จุนสีฆ่าเห็ดรา ฆ่าเชื้อโรค
เงิน	เป็นสื่อไฟฟ้าและความร้อนที่ดีที่สุด ทนทานต่อการกัดกร่อนของกรดอินทรีย์และโซดาไฟ
ทองคำ	เป็นธาตุที่หายากมาก ความบริสุทธิ์ของทองคำใช้วัดเป็นกะรัต ทองคำที่บริสุทธิ์จริงคือทองคำ 24 กะรัต ทองคำนี้ใช้ทำทองขาวเทียม ซึ่งมีสีคล้ายทองขาวประกอบด้วยทอง 80 % นิกเกิล 20%
โคบอลท์	ผสมกับเหล็กกล้าเพื่อใช้เป็นเครื่องมือตัดโลหะ ประโยชน์สำคัญมากใช้ทำโคบอลท์ 60 เพื่อรักษามะเร็ง
ทังสแตน	ใช้ทำเส้นใยหลอดไฟฟ้า ใช้ผสมกับเหล็กใช้ทำ Tungsten Carbide ซึ่งเป็นสารที่แข็งมาก ใช้ประกอบเครื่องมือตัดโลหะด้วยความเร็วสูง
เยอร์เมเนียม	เป็นธาตุที่หายากมาก ใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องทรานซิสเตอร์ และเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ