

เอกสาร  
สรุปเนื้อหา  
ที่ต้องรู้

# วิทยาศาสตร์

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (พว31001)

หลักสูตรการศึกษานอกระบบระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2551



สำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย

สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารทางวิชาการลำดับที่ 8/2557

# เอกสารสรุปเนื้อหาที่ต้องรู้

รายวิชาวิทยาศาสตร์

ระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย

รหัส พว31001

หลักสูตรการศึกษานอกระบบระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2551



สำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย

สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ

กระทรวงศึกษาธิการ

## ห้ามจำหน่าย

หนังสือเรียนนี้จัดพิมพ์ด้วยเงินงบประมาณแผ่นดินเพื่อการศึกษาตลอดชีวิตสำหรับประชาชน

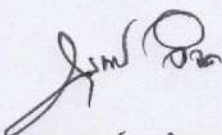
ลิขสิทธิ์เป็นของ สำนักงาน กศน. สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ

## คำนำ

กระทรวงศึกษาธิการมีนโยบายยกระดับคุณภาพการศึกษาทุกระดับการศึกษา สำนักงาน กศน. ในฐานะผู้รับผิดชอบในการจัดการศึกษาให้กับกลุ่มเป้าหมายประชาชนทั่วไปที่อยู่นอกระบบโรงเรียน โดยใช้หลักสูตรการศึกษานอกระบบระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในการจัดการศึกษาให้กับกลุ่มเป้าหมายดังกล่าว และเพื่อเป็นการตอบสนองนโยบายของ กระทรวงศึกษาธิการในการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน กศน. หลักสูตรการศึกษานอกระบบระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ให้สูงขึ้น สำนักงาน กศน. จึงได้จัดทำสรุปเนื้อหา ที่ต้องรู้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงสื่อได้สะดวก รวดเร็ว อันจะส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดีขึ้น

สรุปเนื้อหาที่ต้องรู้ มีเนื้อหาจากการนำหนังสือเรียนของสำนักงาน กศน. มาสรุปเนื้อหา ประเด็นสำคัญที่สอดคล้องตามผังการออกข้อสอบในแต่ละรายวิชาของสำนักงาน กศน. สำหรับ เอกสารสรุปเนื้อหาที่ต้องรู้นี้ สำนักงาน กศน. ได้จัดทำรายวิชาบังคับ ทั้งสิ้น 5 สาระ รวม 42 รายวิชา ทั้งนี้ สำนักงาน กศน. ได้เชิญผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ศึกษานิเทศก์ นักวิชาการศึกษา ครูผู้สอน และ ผู้เกี่ยวข้อง มาสรุปเนื้อหาที่ต้องรู้ ในรายวิชาดังกล่าว

สำนักงาน กศน. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์กับผู้เรียน กศน. หลักสูตรการศึกษานอกระบบระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตามสมควร จึงขอขอบคุณ สถาบัน กศน. ภาคทุกภาค สถาบันการศึกษาทางไกล ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ศึกษานิเทศก์ นักวิชาการศึกษา ครูผู้สอน และผู้เกี่ยวข้อง มา ณ โอกาสนี้

  
(นายสุรพงษ์ จำจด)  
เลขาธิการ กศน.  
สิงหาคม 2559

## สารบัญ

หน้า

คำนำ

คำแนะนำการใช้เอกสารสรุปเนื้อหาที่ต้องรู้

บทที่ 1	ทักษะทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	1
บทที่ 2	โครงการงานวิทยาศาสตร์	23
บทที่ 3	เซลล์	40
บทที่ 4	พันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ	55
บทที่ 5	เทคโนโลยีชีวภาพ	80
บทที่ 6	ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม	90
บทที่ 7	ธาตุ สมบัติของธาตุและธาตุกัมมันตภาพรังสี	121
บทที่ 8	สมการเคมีและปฏิกิริยาเคมี	159
บทที่ 9	โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน	172
บทที่ 10	ปิโตรเลียมและพอลิเมอร์	197
บทที่ 11	สารเคมีกับชีวิตและสิ่งแวดล้อม	222
บทที่ 12	แรงและการเคลื่อนที่	235
บทที่ 13	เทคโนโลยีอวกาศ	267
บทที่ 14	อาชีพช่างไฟฟ้า	277
	เฉลยกิจกรรมท้ายบท	295
	คณะผู้จัดทำ	309

## คำแนะนำการใช้เอกสารสรุปเนื้อหาที่ต้องรู้

เอกสารสรุปเนื้อหาที่ต้องรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เล่มนี้ เป็นการสรุปเนื้อหาจากหนังสือเรียนสาระความรู้พื้นฐานรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หลักสูตรการศึกษานอกระบบระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2557) เพื่อให้นักศึกษา กศน. ทำความเข้าใจและเรียนรู้ในสาระสำคัญ ของเนื้อหาวิชาสำคัญ ๆ ได้สะดวกและสามารถเข้าถึงแก่นของเนื้อหาได้ดีขึ้น

ในการศึกษาหนังสือสรุปเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (พว31001) เล่มนี้ ผู้เรียนควรปฏิบัติ ดังนี้

1. ศึกษาโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากหนังสือเรียน สาระความรู้พื้นฐาน รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (พว31001) หลักสูตร การศึกษานอกระบบระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2557) ให้เข้าใจก่อน

2. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาของหนังสือสรุปเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (พว31001) ให้เข้าใจอย่างชัดเจน ทีละบท จนครบ 14 บท

3. หากต้องการศึกษารายละเอียดเนื้อหาของรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย (พว31001) เพิ่มเติม นักศึกษา กศน. สามารถศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากตำรา หนังสือเรียนที่มีอยู่ตามห้องสมุด ร้านหนังสือเรียน คลิปวิดีโอหรือจากครูผู้สอน

## บทที่ 1

### ทักษะทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

#### สาระสำคัญ

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้ทักษะต่าง ๆ สืบค้นและตรวจสอบ ทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และนำผลที่ได้มาจัดให้เป็นระบบ และตั้งขึ้นเป็นทฤษฎี ซึ่งทักษะทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยกัน 13 ทักษะในการดำเนินการหาคำตอบเรื่องใดเรื่องหนึ่งนอกจากจะต้องใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์แล้ว ในการหาคำตอบจะต้องมีการกำหนดลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบตั้งแต่ต้นจนจบเรียกลำดับขั้นตอนในการหาคำตอบเหล่านี้ว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เรื่องที่ 1 อธิบายธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะทางวิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 2 อธิบายขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 3 อธิบายและบอกวิธีการใช้วัสดุและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์

#### ขอบข่ายเนื้อหา

เรื่องที่ 1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทักษะทางวิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 2 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 3 วัสดุ และ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์

## บทที่ 1

### ทักษะทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

#### วิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างไร

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สืบค้น ตรวจสอบ ทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดเป็นระบบ หลักการแนวคิดและทฤษฎี

#### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยทักษะในเรื่องใดบ้าง

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในการสังเกต
2. ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือวัดปริมาณของสิ่งของออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง
3. ทักษะการจำแนกประเภทหรือทักษะการจัดประเภทสิ่งของ หมายถึง การแบ่งพวกหรือการเรียงลำดับวัตถุ
4. ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา หมายถึง การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสถานที่ รูปทรง ทิศทาง ระยะทาง พื้นที่ เวลา ฯลฯ
5. ทักษะการคำนวณและการใช้จำนวน หมายถึง การนำเอาจำนวนที่ได้จากการวัด การสังเกต และการทดลอง มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร และนำค่าที่ได้จากการคำนวณไปใช้ประโยชน์ในการแปลความหมาย และลงข้อสรุป
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำเอาข้อมูลซึ่งได้มาจากการสังเกต การทดลอง มาจัดทำในรูปแบบใหม่ เช่น จัดทำเป็นกราฟ ตาราง แผนภูมิ ฯลฯ
7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่มีอยู่ อย่างมีเหตุผล โดยใช้ประสบการณ์เดิมมาช่วย ซึ่งข้อมูลอาจได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง ซึ่งการลงความเห็นจากข้อมูลเดียวกัน อาจลงความเห็นได้หลายอย่าง

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้ศึกษา มาแล้ว หรือจากประสบการณ์ที่เกิดขึ้น

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน

10. ทักษะการควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรอิสระที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ซึ่งตัวแปรแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ ตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม

11. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปตาราง รูปภาพ กราฟ ฯลฯ ซึ่งการนำข้อมูลไปใช้ต้องตีความให้สะดวกที่จะสื่อความหมายได้ ถูกต้อง และเข้าใจตรงกัน

12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสมมติฐานที่จะทดลองให้มีความรัดกุม เป็นที่เข้าใจตรงกัน

13. ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการโดยใช้ทักษะต่าง ๆ เช่น การสังเกต การวัด ฯลฯ มาใช้ร่วมกันเพื่อหาคำตอบ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง



### กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนอย่างไรบ้าง

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแนวทางการดำเนินการโดยใช้ทักษะวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในการจัดการ มีลำดับขั้นตอน 5 ขั้นตอน คือ

**ขั้นตอนที่ 1** การกำหนดปัญหา เป็นการกำหนดเรื่องที่จะศึกษา หรือการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นปัญหาที่ได้มาจากการสังเกตสิ่งทีพบเห็น เช่น ทำไมต้นไม้ที่ปลูกไว้ใบเหี่ยวเฉา



**ขั้นตอนที่ 2** การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหาอย่างมีเหตุผล โดยใช้ข้อมูลจากการสังเกต การพบผู้รู้ในเรื่องนั้น ๆ โดยมีการกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ได้แก่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

สมมติว่าการทดลองต่อไปนี้ต้องการจะทดสอบสมมติฐานที่ว่า “เมื่อพืชได้รับแสงมากขึ้น พืชจะเจริญเติบโตสูงขึ้น” ถ้าจะทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานดังกล่าว กำหนดตัวแปร ดังนี้

**ตัวแปรต้น** คือ ปริมาณแสง

**ตัวแปรตาม** คือ การเจริญเติบโตของพืช

**ตัวแปรควบคุม** คือ

1. ชนิดพืช ต้องเป็นพืชชนิดเดียวกัน
2. ขนาดของพืชที่นำมาทดลองต้องมีขนาดเท่ากัน
3. ใช้ดินชนิดเดียวกันและปริมาณเท่ากันปลูก
4. รดน้ำในเวลาเดียวกันและปริมาณเท่าๆกัน
5. วางกระถางต้นพืชในบริเวณเดียวกัน

**ขั้นตอนที่ 3** การทดลองและรวบรวมข้อมูล เป็นการปฏิบัติการทดลอง ค้นหาความจริงให้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ในขั้นตอนการตั้งสมมติฐาน (ขั้นตอนที่ 2) และรวบรวมข้อมูลจากการทดลองอย่างเป็นระบบ

**ขั้นตอนที่ 4** การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากขั้นตอนการทดลองและรวบรวมข้อมูล (ขั้นตอนที่ 3) มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อนำมาอธิบายและตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ในขั้นตอนการตั้งสมมติฐาน (ขั้นตอนที่ 2)

**ขั้นตอนที่ 5** การสรุปผล เป็นการสรุปผลการศึกษา การทดลอง โดยอาศัยข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลจากขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล (ขั้นตอนที่ 4) เป็นหลักในการสรุปผลการทดลอง



## คุณลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติวิทยาศาสตร์ ควรเป็นอย่างไร

ลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. **เจตคติที่เกิดจากการใช้ความรู้** คือกฎเกณฑ์ ทฤษฎี และหลักการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์และการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยถือผลที่เกิดจากการสังเกต ทดลอง ตามที่เกิดจริง โดยอาศัยข้อมูลองค์ประกอบที่เหมาะสม

2. **เจตคติที่เกิดจากความรู้สึกรัก** คือกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งก่อให้เกิดความคิดใหม่ๆ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ คุณค่าสำคัญจึงอยู่ที่การสร้างทฤษฎีและการเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรือการทำงานที่ต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่น่าสนใจและมีคุณค่า

**คุณลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติวิทยาศาสตร์ 6 ลักษณะ**

1. **เป็นคนที่มีเหตุผล** ค้นหาสาเหตุของปัญหาหรือเหตุการณ์และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุกับผลที่เกิดขึ้น

2. **เป็นคนที่มีความอยากรู้อยากเห็น** มีความพยายามที่จะเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ และต้องเป็นบุคคลที่ชอบซักถาม ค้นหาความรู้โดยวิธีการต่าง ๆ อยู่เสมอ

3. **เป็นบุคคลที่มีใจกว้าง** บุคคลที่กล้ายอมรับการวิพากษ์วิจารณ์จากบุคคลอื่นเป็นบุคคลที่เต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดให้แก่บุคคลอื่น

4. **เป็นบุคคลที่มีความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง** สังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ อย่างตรงไปตรงมา ไม่ลำเอียง หรือมีอคติ

5. **มีความเพียรพยายาม** ไม่ท้อถอยเมื่อผลการทดลองล้มเหลว หรือมีอุปสรรค

6. **มีความละเอียดรอบคอบ** ไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดจนกว่าจะมีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้



### กระบวนการทางความคิดทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

1. ความเคยชิน เช่นคนสายตาสั้น ใส่แว่นแล้วเห็นชัดนั้นเกิดจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้เลนส์นูนมารวมแสง เพื่อให้แสงมาตัดกันบนเรตินาพอดี ภาพที่เห็นก็จะชัดเจน

2. ความไม่ทันสมัยเกิด เช่น ถ้าต้องการแก้ไขปัญหากลิ่นปากหลังตื่นนอน, จะใช้วิธีแปรงฟัน, ใช้น้ำยาบ้วนปาก, ใช้ไหมขัดฟัน ฯลฯ ทั้งหมดล้วนได้มาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น แปรงสีฟัน ทำไมจึงมีรูปร่าง-จำนวนขนแปรง-ขนาดขนแปรง ทั้งหมดต้องผ่านการศึกษาค้นคว้า เก็บข้อมูล ตั้งสมมุติฐาน ทดลอง บันทึก ฯลฯ ,ยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปาก, ไหมขัดฟัน ล้วนได้มาจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น

3. ความไม่รู้ เช่น “การที่ท่านเคยตัดสินใจเลือกทานอาหารที่มีประโยชน์ดีกว่าทานอาหารขยะ” นั่นก็แสดงว่าท่านได้ใช้กระบวนการทางความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไปแล้ว โดยที่ท่านไม่รู้ตัว เพราะท่านได้คิดถึงคุณค่าทางโภชนาการซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ถ้าท่านตัดสินใจเพราะเรื่องราคา แสดงว่าท่านบวก-ลบ เลขเป็น หมายถึงท่านได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว

4. และอื่นๆอีกมากมาย เช่น น้ำไม่ไหล - เปิดปั๊มน้ำ, เก็บอาหาร - ใส่ตู้เย็น, อากาศร้อน - เปิดแอร์+พัดลม,อยากให้ต้นไม้งาม - ใส่ปุ๋ย, อยากกินแดด- กางร่ม+ทาครีม, อยากหายเหนื่อย- ดื่มน้ำอัดลม ฯลฯ ทุกๆนวัตกรรม ทั้งเครื่องยนต์กลไก, เครื่องใช้ไฟฟ้า,การถนอมอาหาร ฯลฯ เป็นวิทยาศาสตร์ทั้งหมด



## เทคโนโลยี คืออะไร

เทคโนโลยี หมายถึง ความรู้ วิชาการรวมกับความรู้วิธีการและความชำนาญที่สามารถนำไปปฏิบัติให้เกิดประโยชน์สูงสุด สมองความต้องการของมนุษย์เป็นสิ่งที่มนุษย์พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยในการทำงานหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร วัสดุ ฯลฯ

## เทคโนโลยีสามารถนำไปใช้ด้านใดได้บ้าง

เทคโนโลยีในการประกอบอาชีพ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในหลายด้าน เช่น

1. เทคโนโลยีกับการพัฒนาอุตสาหกรรม เป็นการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการผลิต ทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตเพิ่มขึ้น ประหยัดแรงงาน ลดต้นทุน รักษาสภาพแวดล้อม เช่น คอมพิวเตอร์ พลาสติก แก้ว เป็นต้น
2. เทคโนโลยีกับการพัฒนาด้านการเกษตร เป็นการใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มผลผลิต ปรับปรุงพันธุ์ ในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาจะต้องศึกษาปัจจัยแวดล้อมหลายด้าน เช่น ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม

## เทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในชีวิตประจำวันของมนุษย์มีมากมาย เช่น การส่งจดหมายผ่านทางอินเทอร์เน็ต การอ่านหนังสือผ่านอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เป็นการประหยัดเวลาในการค้นหาความรู้ต่าง ๆ ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น



## เทคโนโลยีที่เหมาะสมคืออะไร

เทคโนโลยีที่เหมาะสม หมายความว่าถึง เหมาะสมต่อสภาพเศรษฐกิจ สังคม และ ความต้องการของประเทศ เทคโนโลยีบางเรื่องเหมาะสมกับบางประเทศ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานะ ของแต่ละประเทศ เช่น ความจำเป็นที่นำเทคโนโลยีมาใช้ในประเทศไทย ประชาชนส่วนใหญ่ เป็นเกษตรกร ดังนั้นการนำเทคโนโลยีมาใช้จึงเป็นเรื่องจำเป็น เช่น การขายเมล็ดโกโก้ให้ ต่างประเทศแล้วนำไปผลิตเป็นช็อคโกแลต ซึ่งถ้าตั้งโรงงานในประเทศไทยต้องใช้เทคโนโลยี เข้ามามีบทบาทในการพัฒนาการแปรรูป เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1. การตัดต่อยีน (genetic engineering) เทคโนโลยีดีเอ็นเอสายผสม (recombinant DNA) และเทคโนโลยีโมเลกุลเครื่องหมาย (molecular markers)
2. การเพาะเลี้ยงเซลล์ และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (cell and tissue culturing) พืช และสัตว์
3. การใช้ประโยชน์จุลินทรีย์บางชนิดหรือใช้ประโยชน์จากเอนไซม์ของจุลินทรีย์

**เทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตรคืออะไร** เป็นการใช้เทคโนโลยีการพัฒนาการเกษตร ด้านพืช และสัตว์ ด้วยเทคโนโลยีชีวภาพ ได้แก่

1. การปรับปรุงพันธุ์พืชและการผลิตพืชพันธุ์ใหม่ เช่น พืชไร่ พืชผัก ไม้ดอก
2. การผลิตพืชพันธุ์ดีให้ได้ปริมาณมาก ๆ ในระยะเวลาอันสั้น
3. การผสมพันธุ์สัตว์และการปรับปรุงพันธุ์สัตว์
4. การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี และจุลินทรีย์ที่ช่วยรักษาสุขภาพแวดล้อม
5. การปรับปรุงกระบวนการการผลิตอาหารให้มีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยต่อ ผู้บริโภค
6. การริเริ่มค้นคว้าหาทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ และการสร้างทรัพยากรใหม่



## เทคโนโลยีและสังคมมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

เทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กับการดำรงชีวิตของมนุษย์มาเป็นเวลานาน ตั้งแต่ยุคประวัติศาสตร์ เทคโนโลยีเป็นสิ่งที่มนุษย์นำความรู้จากธรรมชาติวิทย์ยามาคิดค้น และดัดแปลงเพื่อแก้ปัญหาพื้นฐานในการก่อสร้าง การชลประทาน การนำเครื่องมือเครื่องใช้ ฯลฯ ในปัจจุบัน ปัจจัยการเพิ่มจำนวนของประชากร ข้อจำกัดด้านทรัพยากรธรรมชาติ เป็นปัจจัยสำคัญในการนำและการพัฒนาเทคโนโลยีมาใช้มากขึ้น เทคโนโลยีก่อให้เกิดผลกระทบต่อสังคมและในพื้นที่ที่มีเทคโนโลยีเข้าไปเกี่ยวข้องในหลายรูปแบบ เทคโนโลยีช่วยให้สังคมหลาย ๆ แห่ง เกิดการพัฒนาทางเศรษฐกิจมากขึ้น

### ผลกระทบด้านเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ

#### 1.1 ด้านเศรษฐกิจ

- มนุษย์สามารถจับจ่ายมากขึ้น เพราะมีบัตรเครดิตทำให้ไม่ต้องพกเงินสด หากต้องการซื้ออะไรที่ไม่ได้เตรียมการไว้ล่วงหน้าก็สามารถซื้อได้ทันที เพียงแต่มีบัตรเครดิตเท่านั้นทำให้อัตราการเป็นหนี้สูงขึ้น

- การแข่งขันกันทางธุรกิจสูงมากขึ้นเพราะต่างก็มุ่งหวังผลกำไรซึ่งก็เกิด ผลดีคือ อัตราการขยายตัวทางธุรกิจสูงขึ้นแต่ผลกระทบก็เกิดตามมา คือ บางครั้งก็มุ่งแต่แข่งขันกันจนลืมความมีมนุษยธรรมหรือความมีน้ำใจ

#### 1.2 ด้านการศึกษา

จากการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมาผลิตสื่อการเรียนการสอนที่เรียกว่า CAI นั้นทำให้เกิดปัญหาที่เห็นได้ชัดเจน เช่น

- ครูกับนักเรียนจะขาดความสัมพันธ์และความใกล้ชิดกันเพราะนักเรียนสามารถที่จะเรียนได้จากโปรแกรมสำเร็จรูปทำให้ความสำคัญของผู้เรียนและครูลดน้อยลง

- นักเรียนที่มีฐานะยากจนไม่สามารถที่จะใช้สื่อประเภทนี้ได้ทำให้เกิดข้อได้เปรียบเสียเปรียบกันระหว่างผู้เรียนที่มีฐานะดีและผู้เรียนที่มีฐานะยากจนทำให้เห็นว่าผู้ที่มีฐานะทางเศรษฐกิจดี ก็ย่อมที่จะมีโอกาสทางการศึกษาและทางสังคมดีกว่า

#### 1.3 ด้านกฎหมาย ศีลธรรม จริยธรรม

การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ การรับวัฒนธรรมที่แฝงเข้ามากับแหล่งข่าวสารข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในพฤติกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะบนเครือข่ายสารสนเทศซึ่งเป็นเครือข่ายที่เชื่อมโยงกับทุกมุมโลก การเปิดรับข่าวสารที่มาจากแหล่งข้อมูลดังกล่าวจึงขึ้นอยู่กับการตัดสินใจและทัศนคติส่วนบุคคล การรับข้อมูลข่าวสารที่ไม่เหมาะสมส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม โดยเฉพาะพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ และมีแนวโน้มทำให้เกิดอาชญากรรมปัญหาทางศีลธรรมและจริยธรรม

### การเลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม มีความสัมพันธ์กับการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างไร

เทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กับการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นเวลานาน เป็นสิ่งที่มนุษย์ใช้แก้ปัญหาพื้นฐานในการดำรงชีวิต เช่น การเพาะปลูก ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ในระยะแรกเทคโนโลยีที่นำมาใช้เป็นเทคโนโลยีพื้นฐานที่ไม่สลับซับซ้อนเหมือนในปัจจุบัน การเพิ่มของประชากรและข้อจำกัดด้านทรัพยากรธรรมชาติ และการพัฒนาความสัมพันธ์กับต่างประเทศเป็นปัจจัยสำคัญในการนำ และพัฒนาเทคโนโลยีมาใช้มากขึ้น ดังนั้นการเลือกใช้เทคโนโลยีจึงขึ้นอยู่กับความต้องการและความเหมาะสมในชุมชน ไม่ควรเลือกใช้เทคโนโลยีที่มีแต่ความทันสมัย หรือเป็นของใหม่แต่เพียงอย่างเดียว เช่น ในชุมชนมีการเลี้ยงกระบือหรือโค ในทุกครัวเรือน ก็ไม่จำเป็นต้องใช้รถไถนาที่ต้องใช้พลังงานเชื้อเพลิง จะทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากสิ่งที่มีให้คุ้มค่าที่สุด และเป็นการลดภาระค่าใช้จ่ายอีกด้วย



### อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์คืออะไร

อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ คือ เครื่องมือที่ใช้ทั้งภายในและภายนอกห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้ทดลองและหาคำตอบต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

## เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์มีกี่ประเภทอะไรบ้าง

เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ มี 3 ประเภท คือ

1. ประเภททั่วไป เช่น ปีกเกอร์ หลอดทดสอบ ปีเปตต์ บิวเรตต์ แท่งแก้วคนสาร กล้องจุลทรรศน์ ตะเกียงแอลกอฮอล์ เป็นต้น
2. ประเภทเครื่องมือช่าง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ได้ทั้งภายในห้องปฏิบัติการ และภายนอกห้องปฏิบัติการ เช่น แปรง คีม เครื่องชั่ง เป็นต้น
3. ประเภทสิ้นเปลืองและสารเคมี เป็นอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้แล้วหมดไป ไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก เช่น กระดาษลิทมัส กระดาษกรอง สารเคมี เป็นต้น



## อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ใช้งานอย่างไรบ้าง

### 1. การใช้งานอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ประเภททั่วไป

1. **ปิกเกอร์ (BEAKER)** เป็นอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทราบปริมาตรของเหลวที่บรรจุอยู่ได้อย่างคร่าว ๆ การเลือกขนาดของปิกเกอร์เพื่อใส่ของเหลวนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของเหลวที่จะใส่ โดยปกติให้ระดับของเหลวอยู่ต่ำกว่าปากปิกเกอร์ ประมาณ 1 - 1 ½ นิ้ว

2. **หลอดทดสอบ (TEST TUBE)** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ใส่สารในการทดลอง มีทั้งชนิดธรรมดาใช้ใส่สารเพื่อทดลองปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารที่เป็นสารละลาย ที่มีปริมาตรน้อย ๆ และชนิดทนไฟ ใช้สำหรับใส่สาร เพื่อเผาด้วยเปลวไฟ

3. **ปีเปตต์ (PIPETTE)** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดปริมาตรของเหลวที่มีจำนวนน้อยได้อย่างใกล้เคียงความจริง มีความถูกต้องสูง มี 2 ชนิดด้วยกัน คือ measuring pipette จะไม่มีแก้วป่องตรงกลาง และ แบบ volumetric pipette จะมีแก้วป่องบริเวณตรงกลางและมีความถูกต้องมากกว่า measuring pipette และต้องใช้ร่วมกับลูกยาง (rubber bulb) เพื่อดูด



สารละลายเข้าไปในปิเปตต์ ให้มากกว่าขีดบอกปริมาตร จากนั้นนำลูกยางออก แล้วใช้นิ้วชี้ปิดที่ปลายปิเปตต์ จากนั้นค่อยๆ ปลดสารละลายออกมาจนถึงขีดบอกปริมาตร และค่อยถ่ายสารละลายในปิเปตต์ลงในภาชนะที่ต้องการ

4. บิวเรตต์ (BURETTE) เป็นอุปกรณ์วัดปริมาตรที่มีขีดบอกปริมาตรต่าง ๆ และมีก๊อกสำหรับเปิด - ปิด เพื่อบังคับการไหลของของเหลว บิวเรตต์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีขนาดตั้งแต่ 10 มิลลิลิตร จนถึง 100 มิลลิลิตร บิวเรตต์สามารถวัดปริมาตรได้อย่างใกล้เคียงความจริงมากที่สุด

#### 5. เครื่องชั่ง (BALANCE) มี 2 แบบ

แบบ triple - beam balance เป็นเครื่องมือชั่งที่มีราคาถูกและใช้งานง่ายโดยตั้งเครื่องชั่งให้อยู่ในแนวระนาบ แล้วปรับให้แขนของเครื่องชั่งอยู่ในแนวระนาบโดยหมุนสกรูให้เข็มชี้ตรงขีด 0

แบบ equal - arm balance เป็นเครื่องชั่ง ที่มีแขน 2 ข้างยาวเท่ากันเมื่อวัดระยะจากจุดหมุนซึ่งเป็นสันมีดขณะที่แขนของเครื่องชั่งอยู่ในสมดุล เมื่อต้องการหาน้ำหนักของสารหรือวัตถุ ให้วางสารนั้นบนจานด้านหนึ่งของเครื่องชั่ง ตอนนี้แขนของเครื่องชั่งจะไม่อยู่ในภาวะที่สมดุลจึงต้องใส่ตุ้มน้ำหนักเพื่อปรับให้แขนเครื่องชั่งอยู่ในสมดุล

#### 2. การใช้งานอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ประเภทเครื่องมือชั่ง

##### เวอร์เนีย (VERNIER)

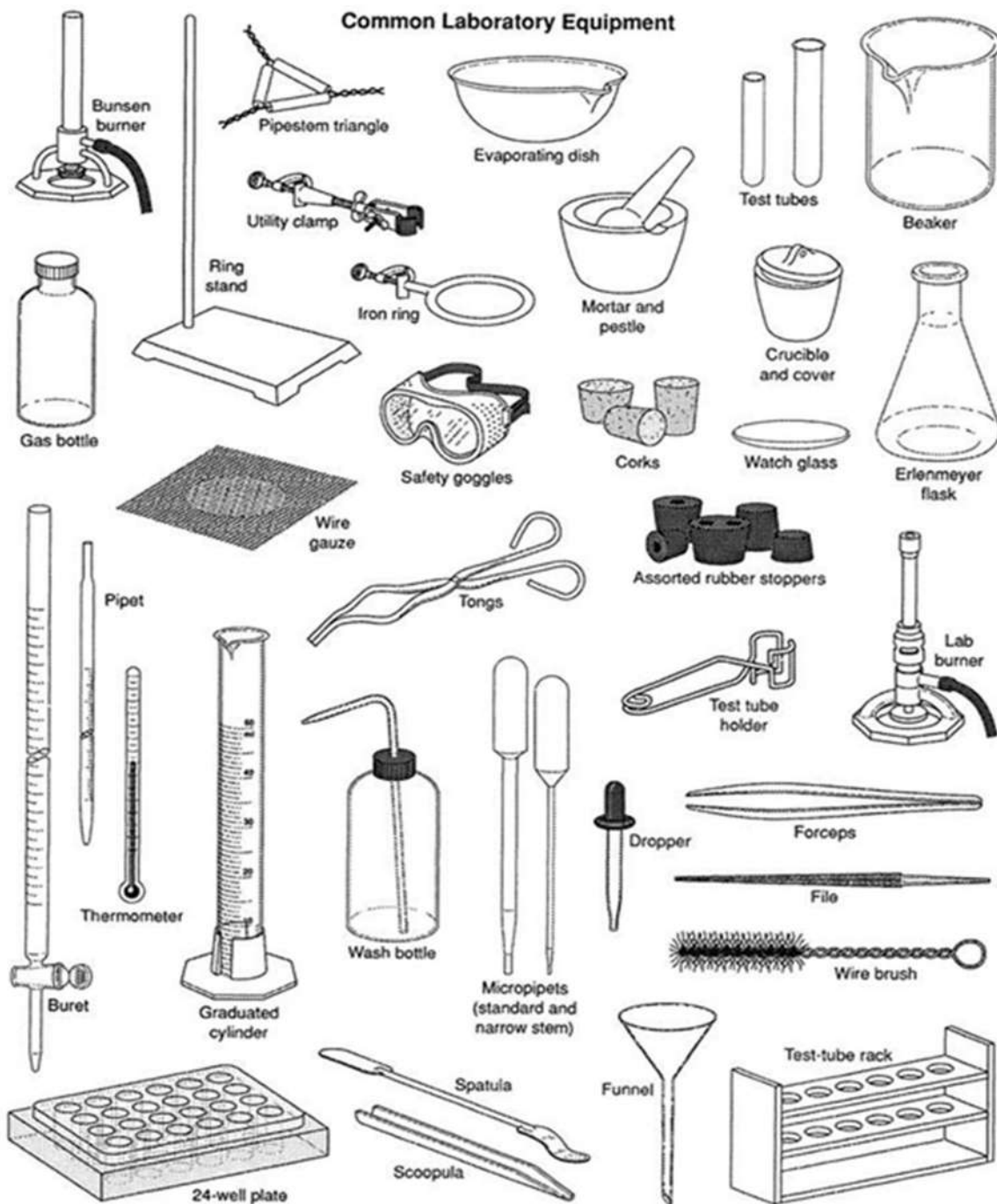
เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความยาวของวัตถุทั้งภายในและภายนอกของชิ้นงาน



คีม (TONG)

**Tongs: คีม**  
ใช้ในการเคลื่อนย้ายวัตถุที่ร้อน





รูปภาพจาก <https://sites.google.com>



### 3.การใช้งานอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ประเภทลึนเป็ลียงและสารเคมี

กระดาษกรอง (FILTER PAPER) เป็นกระดาษที่กรองสารที่อนุภาคใหญ่  
ออกจากของเหลว ซึ่งมีขนาดของอนุภาคที่เล็กกว่า

กระดาษลิตมัส (LITMUS) เป็นกระดาษที่ใช้ทดสอบสมบัติความเป็นกรด – เบสของ  
ของเหลว

#### สารเคมี หมายถึงอะไร

สารเคมี หมายถึง สารที่ประกอบด้วยธาตุเดียวกันหรือสารประกอบจากธาตุ

ต่าง ๆ รวมกันด้วยพันธะเคมี ซึ่งในห้องปฏิบัติการจะมีสารเคมีมากมาย อุบัติเหตุจากสารเคมี  
ต้องรีบกำจัดสารเคมีปนเปื้อน ดังนี้

(1) สารที่เป็นของแข็ง ควรใช้แปรงกวาดสารมารวมกัน ตักสารใส่ในกระดาษ  
แข็งแล้วนำไปทำลาย

(2) สารละลายกรด ควรใช้น้ำล้างบริเวณที่มีสารละลายกรดหกเพื่อทำให้กรด  
เจือจางลง และใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เจือจางล้างเพื่อทำลายสภาพกรด  
แล้วล้างด้วยน้ำอีกครั้ง

(3) สารละลายเบส ควรใช้น้ำล้างบริเวณที่มีสารละลายเบสหกและซับน้ำให้แห้ง  
เนื่องจากสารละลายเบสที่หกบนพื้นจะทำให้พื้น บริเวณนั้นลื่น ต้องทำความสะอาดลักษณะ  
ดังกล่าวหลายๆ ครั้ง และถ้ายังไม่หายลื่นอาจต้องใช้ทรายโรยแล้วเก็บกวาดทรายออกไป

(4) สารที่เป็นน้ำมัน ควรใช้ผงซักฟอกล้างสารที่เป็นน้ำมันและไขมันจนหมด  
คราบน้ำมันและพื้นไม่ลื่นหรือทำความสะอาดโดยใช้ทรายโรยเพื่อซับน้ำมันให้หมดไป

(5) สารที่ระเหยง่าย ควรใช้ผ้าเช็ดบริเวณที่สารหยดหลายครั้งจนแห้ง และ  
ในขณะที่เช็ดจะต้องมีการป้องกันไม่ให้สัมผัสผิว หน้าหรือสูดไอของสารเข้าร่างกาย

(6) สารปรอท กวาดสารปรอทกองรวมกันแล้วใช้เครื่องดูดเก็บรวบรวมไว้ใน  
กรณีพื้นที่มีสารปรอทหกมีรอยแตกหรือรอยร้าวจะมีสารปรอทแทรกเข้าไปอยู่ข้างในต้องปิด  
รอยแตกหรือรอยร้าวนั้นด้วยการทาซีเมนต์ทับรอยดังกล่าว เพื่อป้องกันการระเหยของปรอท หรืออาจ  
ใช้ผงกำมะถันโรยบนปรอทเพื่อให้เกิดเป็นสารประกอบซัลไฟด์ แล้วเก็บกวาดอีกครั้ง



### การใช้วัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และสารเคมี ควรมีข้อปฏิบัติอย่างไร

การใช้วัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และสารเคมี ต้องคำนึงถึงความเหมาะสม ความจำเป็นในการใช้งาน และต้องคำนึงถึงความปลอดภัย มีข้อปฏิบัติ ดังนี้

1. ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ดูแลปฏิบัติการอย่างเคร่งครัด ไม่ปฏิบัติการคนเดียว และต้องมีผู้ดูแลอยู่ด้วยทุกครั้ง
2. สวมเสื้อกาวน์ และแว่นกันสะเก็ดทุกครั้ง
3. อ่านฉลากสารเคมีก่อนทุกครั้ง และใช้เท่าที่จำเป็น
4. ห้ามชิมสารเคมี หรือสัมผัสด้วยมือเปล่า
5. อุปกรณ์ที่ใช้กับความร้อนต้องระวังเป็นพิเศษ
6. อุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องตรวจสอบความพร้อมก่อนใช้งานทุกครั้ง
7. เลือกใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับการใช้งาน
8. อ่านคู่มือการใช้อุปกรณ์ทดลองทุกชนิดก่อนใช้งาน
9. ดูแลความสะอาดอุปกรณ์ทดลอง โต้ะปฏิบัติการให้เป็นระเบียบเรียบร้อย

### ตัวอย่างการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และสารเคมีอย่างถูกต้องและเหมาะสม

1. ถ้าต้องการใช้ของเหลวหรือสารละลายปริมาณน้อย ๆ เช่น 5 มิลลิลิตร ควรเลือกใช้กระบอกตวงขนาดเล็กในการวัดปริมาตรของของเหลว และในการอ่านปริมาตรให้ยกกระบอกตวงตั้งตรง และให้ท้องน้ำอยู่ในระดับสายตา แล้วอ่านค่าปริมาตร ณ จุดต่ำสุดของท้องน้ำ
2. การคนสารละลายให้เข้ากัน ควรใช้แท่งแก้ว คนสารละลายและต้องระวังไม่ให้แท่งแก้วกระทบด้านข้างและก้นของภาชนะ
3. การใช้กระดาษลิตมัส ต้องใช้ที่ละแผ่น โดยตัดขนาดพอเหมาะกับการใช้งาน มือที่หยิบจะต้องสะอาดและแห้ง ถ้าจะทดสอบกับของเหลว ต้องวางกระดาษลิตมัสบนถ้วยกระเบื้อง แผ่นกระจกหรือกระดาษที่สะอาด แล้วใช้แท่งแก้วสะอาด จุ่มของเหลวมาแตะ

#### 4. การใช้อุปกรณ์วัดความยาวและความสูงได้ถูกวิธี และอ่านมาตราส่วนได้

ถูกต้อง ทำได้โดยให้ตาอยู่ตั้งฉากกับขีด บอกความยาวหรือความสูงนั้น

#### 5. เทอร์มอมิเตอร์ การใช้วัดอุณหภูมิควรเลือกที่มีช่วงอุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด

ให้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด เพราะถ้านำไปวัดอุณหภูมิสูงเกินไป จะทำให้หลอดแก้วแตก การอ่านอุณหภูมิต้องให้สายตอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์

#### 6. การใช้สารละลายที่เป็นกรด เมื่อทำสารละลายหก ควรรีบทำให้เจือจางด้วยน้ำ

ก่อน แล้วโรยโซดาแอช หรือโซเดียมไบคาร์บอเนต หรือเทสารละลายต่าง เพื่อทำให้กรดเป็นกลาง ต่อจากนั้น จึงล้างด้วยน้ำให้สะอาด



## กิจกรรมท้ายบทที่ 1

### เรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

เรื่องเล่าของภรรยาคนหนึ่ง

ช่วงหนึ่งสามีของเธอกลับบ้านดึกทุกวัน และวันหนึ่งเธอพบว่ามียรอยลิปสติกเปื้อนอยู่ที่เสื้อของเขาในเช้าวันต่อมาเธอจึงได้ต่อว่าสามีของเธออย่างรุนแรงเกี่ยวกับเรื่องการมีผู้หญิงอื่นของเขา ใช้ข้อมูลดังกล่าวตอบคำถามข้อที่ 1 และ 2

1. จากข้อความที่ขีดเส้นใต้เกิดจากทักษะทางวิทยาศาสตร์ข้อใดของภรรยา

- ก. ทักษะการจับผิด
- ข. ทักษะการสังเกต
- ค. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- ง. ข้อ ข. และ ค. ถูก

2. จากเรื่องเล่าทั้งหมดของภรรยา ภรรยาขาดทักษะทางวิทยาศาสตร์ข้อใด

- ก. ทักษะการสังเกต
- ข. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- ค. ทักษะการรวบรวมข้อมูล
- ง. ขาดทั้ง 3 ทักษะที่กล่าวมา

3. ข้อใดไม่ใช่ทักษะพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- ก. ทักษะการพยากรณ์
- ข. ทักษะการควบคุมตัวแปร
- ค. ทักษะการจัดประเภทสิ่งของ
- ง. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

4. บุคคลใดต่อไปนี้ที่มีลักษณะนิสัยของนักวิทยาศาสตร์มากที่สุด

- ก. นางสาวสมจิตดูดวงด้วยไพ่ยิปซีทุกอาทิตย์
- ข. นางสนใจช่วยผู้อื่นบันทึกผลการทดลองอย่างเที่ยงตรงทุกครั้ง
- ค. นายสมชายทำ Web Page เกี่ยวกับเรื่องชีนามิที่ตนสนใจและศึกษามา
- ง. นายสมปองได้เข้าศึกษาต่อที่คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาดาราศาสตร์ อันเนื่องมาจาก  
ต้องการตอบคำถามที่มีมาตั้งแต่วัยเด็กเกี่ยวกับการกำเนิด ดวงจันทร์

5. ข้อใดต่อไปนี้ไม่จัดเป็นเทคโนโลยี

- ก. บ้าน
- ข. แร่เงิน
- ค. ยาพาราเซตามอล
- ง. ระบบการแลกเปลี่ยนเงินตรา

6. เทคโนโลยีใดต่อไปนี้ไม่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

- ก. ระบบการจํานำข้าว
- ข. ฮีตเตอร์ (เครื่องทำความร้อน)
- ค. การเพาะเลี้ยงเซลล์พืชและสัตว์
- ง. กระบวนการประกอบอะไหล่รถยนต์

7. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับเทคโนโลยี ในชีวิตประจำวัน

- ก. การทำข้าวแช่จัดเป็นเทคโนโลยีอย่างหนึ่ง
- ข. เทคโนโลยีก่อให้เกิดประโยชน์ต่อมนุษย์ในทุกด้าน
- ค. การสำรวจอวกาศจัดเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน
- ง. สินค้าการเกษตรของประเทศไทยส่วนใหญ่ส่งขายในรูปสินค้าแปรรูป



8. “กล้าเลี้ยงสุนัข 2 ตัว ตัวหนึ่ง กินอาหารเม็ดกับนม อีกตัวหนึ่งกินอาหารเม็ดเพียงอย่างเดียว 1 เดือนต่อมาปรากฏว่าสุนัขมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเท่ากัน” ปัญหาของกล้าก่อนทำการทดลองคือข้อใด
- สุนัขชอบกินอาหารเม็ดหรือนม
  - อาหารเม็ดยี่ห้อไหนที่สุนัขชอบกิน
  - ชนิดของอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโตหรือไม่
  - อาหารเม็ดทำให้สุนัขทั้งสองตัวน้ำหนักเพิ่มขึ้นเท่ากัน
9. “ผักกระเฉดจะมีจำนวนเพิ่มขึ้น ถ้ามีการผสมผงซักฟอกลงในน้ำเพิ่มขึ้น” จากข้อความข้างต้น ข้อใดกล่าวถึงตัวแปรได้ถูกต้อง
- ตัวแปรอิสระ คือ ปริมาณผงซักฟอก
  - ตัวแปรอิสระ คือจำนวนผักกระเฉดที่เพิ่มขึ้น
  - ตัวแปรควบคุม คือจำนวนผักกระเฉดที่เพิ่มขึ้น
  - ถูกทุกข้อที่กล่าวมา
10. จากปัญหา“สีของแสงไฟจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่” ควรจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร
- สีของแสงไฟมีผลต่อการเจริญของพืชหรือไม่
  - ถ้าพืชสามารถดูดกลืนแสงสีใดได้จะเจริญเติบโตได้ดี
  - ถ้าพืชที่ได้รับแสงสีน้ำเงินจะโตดีกว่าพืชที่รับแสงสีเขียว
  - พืชที่ได้รับแสงไฟสีน้ำเงินและแสงไฟสีเขียวจะเติบโตเท่ากัน
11. ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มีที่มาจากข้อใด
- เกิดจากการยอมรับของคนทั่วไป
  - อธิบายได้อย่างกว้างขวางและชัดเจน
  - เกิดจากการมีเครื่องมือที่สามารถพิสูจน์ได้
  - ทดสอบสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์แล้วเป็นจริงทุกครั้ง

12. “จากการทดลอง สรุปได้ว่า แผ่นใยขัดมีผลต่อการไหลของน้ำทำให้น้ำไหลได้ช้าลง รวมทั้งช่วยให้กิ่งไม้จำลองยึดติดกับทรายในกระบะได้ ต่างจากกระบะที่ไม่มีแผ่นใยขัดที่น้ำไหลอย่างรวดเร็วและพัดเอากิ่งไม้และทรายลงไปด้วย” จากข้อความดังกล่าว ข้อใดต่อไปนี้เป็นสมมติฐานของสรุปผลการทดลองนี้
- แผ่นใยขัดช่วยลดอัตราการไหลของน้ำ
  - แผ่นใยขัดสามารถเกาะกับกระบะทรายได้ดี
  - อัตราการไหลของน้ำขึ้นอยู่กับสิ่งที่ช่วยดูดซับ
  - แผ่นใยขัดช่วยให้กิ่งไม้จำลองยึดติดกับทรายในกระบะได้ดี
13. เครื่องมือวิทยาศาสตร์สำคัญอย่างไร
- ช่วยนักวิทยาศาสตร์ทำงานทุกๆ ด้าน
  - ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ทำงานได้ดีขึ้น
  - เมื่อมีเครื่องมือใครก็เป็นนักวิทยาศาสตร์ได้
  - ช่วยอำนวยความสะดวกแก่นักวิทยาศาสตร์และทำให้ผลการทดลองเที่ยงตรง
14. วันหนึ่งป่าแจ้วพนักงานทำความสะอาดได้ทำเทอร์โมมิเตอร์ชนิดปรอทตกแตก เธอควรทำความสะอาดบริเวณดังกล่าวอย่างไร
- ใช้ผงซักฟอกล้างสารปรอทออก
  - ใช้ผงกำมะถันโรยลงไปแล้วเก็บกวาด
  - ใช้น้ำล้างบริเวณดังกล่าวและชับน้ำให้แห้ง
  - ใช้สารละลายกรดเทลงไปเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาแล้วเช็ดให้แห้ง
15. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
- ห้องปฏิบัติการไม่ควรมีเสื่ออยู่ภายในห้อง
  - ห้องปฏิบัติการควรปราศจากสิ่งรบกวนจากภายนอก
  - ห้องปฏิบัติการควรใช้พื้นกระเบื้องสีขาวเพื่อให้สามารถทำความสะอาดได้ง่าย
  - ห้องปฏิบัติการที่เป็นสี่เหลี่ยมพื้นผ้าควรมีสัดส่วนด้านกว้างต่อด้านยาวไม่เกิน 1: 1.2

16. ตะเกียงแอลกอฮอล์จัดเป็นเครื่องมือวิทยาศาสตร์ประเภทใด

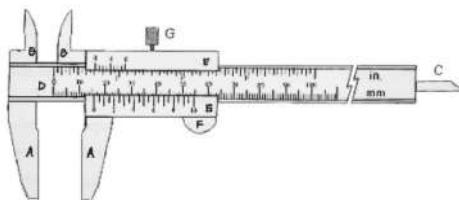
- ก. ประเภททั่วไป
- ข. ประเภทเครื่องมือช่าง
- ค. ประเภทสิ้นเปลืองสารเคมี
- ง. ไม่มีข้อใดถูก

17. นักเรียนคนใดต่อไปนี้ใช้ Beaker ผิดวิธีมากที่สุด

- ก. นายเอตัมน้ำกลั่นที่มีปริมาณมากโดยใช้ Beaker
- ข. นายดีระเหยกรดที่มีฤทธิ์ไม่รุนแรงโดยใช้ Beaker
- ค. นางสาวบีเลือก Beaker 500 ml. เพื่อเตรียมสารละลาย 20 ml.
- ง. นางสาวซีทำปฏิกิริยาตกตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนตโดยใช้ Beaker

18. จากรูปคืออุปกรณ์ชนิดใด

- ก. คีม
- ข. ไม้ที่
- ค. เวอร์เนีย
- ง. ไม้บรรทัดเหล็ก



19. อุปกรณ์ใดที่ช่วยบอกค่าอุณหภูมิแก่นักวิทยาศาสตร์

- ก. คีม
- ข. เครื่องชั่ง
- ค. เทอร์โมมิเตอร์
- ง. เครื่องยิงเลเซอร์

20. ใครใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์กับงานต่อไปนี้ได้เหมาะสม

- ก. อาทิตย์ใช้กระดาษลิทมัสกรองสาร
- ข. จิรภัทรใช้โวลมิเตอร์วัดความเร็วลม
- ค. ธิติใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของน้ำ
- ง. พงศกรใช้เครื่องชั่งรับน้ำหนักได้ 1 กิโลกรัมไปชั่งก้อนดินหนัก 3 กิโลกรัม

## บทที่ 2

### โครงการวิทยาศาสตร์

#### สาระสำคัญ

โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้า โดยที่ผู้เรียนจะเป็นผู้ดำเนินการด้วยตนเองทั้งหมด ตั้งแต่เริ่มวางแผนในการศึกษาค้นคว้า การเก็บรวบรวมข้อมูลจนถึงการแปลผล สรุปผล และการเสนอผลการศึกษา โดยมีผู้ชำนาญการเป็นผู้ให้คำปรึกษา

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายประเภท เลือกรหัสข้อ วางแผน วิชี้นำเสนอและประโยชน์ของโครงการได้
2. วางแผนและทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้
3. อธิบายและบอกแนวทางในการนำผลจากโครงการไปใช้ได้

#### ขอบข่ายเนื้อ

- เรื่องที่ 1 ประเภทโครงการวิทยาศาสตร์
- เรื่องที่ 2 ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์
- เรื่องที่ 3 การนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์

## บทที่ 2

### โครงการวิทยาศาสตร์

#### โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึงอะไร และแบ่งออกได้เป็นกี่ประเภท

โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์อย่างเป็นกระบวนการ เพื่อตอบปัญหาที่สงสัยโดยปัญหานั้นเกิดจากความสนใจของผู้ทำโครงการ ดังนั้น ผู้ที่จะศึกษาและทำโครงการจะต้องมีความละเอียดรอบคอบ มีการสังเกต จดบันทึกและวางแผนรูปแบบขั้นตอนในการทำโครงการอย่างเป็นระบบ

ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ แบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท คือ

1. โครงการประเภทสำรวจรวบรวม ลักษณะเด่นของโครงการประเภทนี้ ไม่จำกัดหรือกำหนดตัวแปรต่างๆ ที่ต้องการศึกษา โครงการประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูลนี้ ผู้ทำโครงการเพียงต้องการสำรวจและรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลนั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่และนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น การสำรวจและรวบรวมข้อมูลนี้อาจทำได้ในหลายรูปแบบ เช่น การออกไปเก็บข้อมูลในภาคสนาม ซึ่งในบางครั้ง บางเรื่องก็สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการในห้องถ้ำหรือในสถานที่ต่างๆ ที่ต้องการศึกษาค้นคว้าในขณะที่ออกไปปฏิบัติการนั้น โดยไม่ต้องนำวัสดุตัวอย่างกลับมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการอีก ตัวอย่างโครงการประเภทนี้ ได้แก่

- การสำรวจประชากรและชนิดของสิ่งต่างๆ เช่น สัตว์ พืช หิน แร่ ฯลฯ ในห้องถ้ำหรือในบริบทที่ต้องการศึกษา

- การสำรวจพฤติกรรมด้านต่างๆ ของสัตว์ในธรรมชาติ

- การสำรวจทิศทางและอัตราเร็วลมในห้องถ้ำ

- การสำรวจการผุกร่อนของสิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยหินอ่อนในแหล่งต่างๆ

ในบางครั้งการออกภาคสนามก็เพื่อไปเก็บวัสดุตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เพราะไม่สามารถที่จะวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลได้ทันที ในขณะที่ออกไปปฏิบัติการภาคสนาม ตัวอย่างโครงการประเภทนี้ ได้แก่

- การสำรวจคุณภาพน้ำ เช่น ความขุ่น ความเป็นกรด – เบส ค่า BOD COD ฯลฯ แหล่งน้ำต่างๆ ที่ต้องการศึกษา เช่น โรงงานน้ำอัดลม โรงงานผลิตสุรา ฯลฯ

- การศึกษาสมบัติ เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว ความหนาแน่นของสารต่าง ๆ ที่สกัดได้จากวัสดุหรือพืชชนิดใดชนิดหนึ่งที่ต้องการศึกษา

- การสำรวจคุณภาพของดิน เช่น ความชื้น ปริมาณสารอินทรีย์ ความเป็นกรด – เบส จากแหล่งต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษา

- การศึกษาสำรวจมลพิษของอากาศในแหล่งต่างๆ

ในการสำรวจรวบรวมข้อมูลบางอย่างแทนที่จะออกไปสำรวจตามธรรมชาติบางครั้งก็อาจจำลองธรรมชาติขึ้นในห้องปฏิบัติการแล้วสังเกต และศึกษารวบรวมข้อมูลต่างๆ ในธรรมชาติจำลองนั้นๆ เช่น

- การศึกษาวงจรชีวิตใหม่ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

- การศึกษาพฤติกรรมของมดที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

2. โครงการประเภททดลอง ลักษณะเด่นของโครงการประเภทนี้ คือ เป็นโครงการที่มีการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาตัวแปรหนึ่งที่มีต่อแปรอีกตัวหนึ่งที่ต้องการศึกษา โดยควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาเอาไว้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งโครงการที่จะจัดเป็นโครงการประเภทการทดลองได้ จะต้องเป็นโครงการที่มีการจัดการกระทำกับตัวแปรต้น หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ตัวแปรอิสระ มีการวัดตัวแปรตาม (ผลที่ต้องการ) และควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการศึกษา โดยทั่วไป ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการประเภทนี้จะประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งจุดมุ่งหมาย สมมติฐาน การกำหนดตัวแปรต่าง การออกแบบการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การดำเนินการทดลอง การแปรผลและการสรุปผล

3. โครงการประเภทการพัฒนาหรือประดิษฐ์ ลักษณะเด่นของโครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่เกี่ยวกับการประยุกต์ทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประดิษฐ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ เพื่อประโยชน์ใช้สอยต่างๆ ซึ่งอาจเป็นการคิดประดิษฐ์สิ่งของใหม่ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นก็ได้ โครงการประเภทนี้รวมไปถึง การสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแนวความคิดต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหาต่าง ๆ

4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรืออธิบายลักษณะเด่นของโครงการประเภทนี้ คือ เป็นโครงการเกี่ยวกับการนำเสนอ ทฤษฎี หลักการ หรือแนวความคิดใหม่ๆ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสูตร สมการ หรือคำอธิบายโดยผู้เสนอได้ตั้งกติกาหรือข้อตกลงเอง แล้วเสนอทฤษฎี หลักการ แนวความคิด หรือจินตนาการของตนเองตามกติกา ข้อตกลงนั้น หรืออาจใช้กติกา

ข้อตกลงอันเดิมมาอธิบายสิ่งหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในแนวใหม่ ทฤษฎี หลักการแนวความคิด หรือจินตนาการที่เสนอนี้อาจจะใหม่ไม่มีใครคิดมาก่อน หรืออาจขัดแย้งกับทฤษฎีเดิม หรือเป็นการขยายทฤษฎีหรือแนวความคิดเดิมก็ได้ การทำโครงการประเภทนี้ จุดสำคัญอยู่ที่ผู้เสนอต้องมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดี จึงจะสามารถเสนอโครงการประเภทนี้ได้อย่างมีเหตุผล และน่าเชื่อถือ หรืออาจทำได้โดยสร้างเครื่องมือขึ้นประกอบการอธิบาย โดยทั่วไปโครงการประเภทนี้จัดเป็นวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์หรือโครงการทางคณิตศาสตร์



### ขั้นตอนของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ มีอะไรบ้าง

การทำโครงการวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนที่ 1 การคิดและเลือกหัวเรื่อง เป็นการหาหัวข้อในการทดลอง ในเรื่องที่ผู้เสนออยาก رؤ้อยากเห็น

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องรวมถึงการขอคำปรึกษา หรือข้อมูลต่างๆจากผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนเค้าโครงของโครงการโดยทั่วไปเค้าโครงของโครงการจะมีหัวข้อดังต่อไปนี้

หัวข้อ/รายการ	รายละเอียดที่ต้องระบุ
1.ชื่อโครงการ	1. ทำอะไร กับใคร เพื่ออะไร
2.ชื่อผู้ทำโครงการ	2. ผู้รับผิดชอบโครงการนี้
3.ชื่อที่ปรึกษาโครงการ	3. ผู้ทรงคุณวุฒิต่างๆ
4.ระยะเวลาดำเนินการ	4. ระยะเวลาดำเนินงานโครงการตั้งแต่ต้นจนจบ
5.หลักการและเหตุผล	5. เหตุผลและความคาดหวัง
6.จุดหมาย/วัตถุประสงค์	6. สิ่งที่ต้องการให้เกิดเมื่อสิ้นสุดการทำโครงการ
7.สมมติฐานของการศึกษาโครงการ	7. สิ่งที่คาดว่าจะเกิดเมื่อสิ้นสุดการทำโครงการ
8.ขั้นตอนการดำเนินงาน	8. ขั้นตอนการทำงาน เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สถานที่
9.ปฏิบัติโครงการ	9. วัน เวลา และกิจกรรมดำเนินงานต่างๆตั้งแต่ต้นจนเสร็จ
10. ผลที่คาดว่าจะได้รับ	10. สภาพของผลที่ต้องการให้เกิดทั้งที่เป็น ผลผลิต กระบวนการ และผลกระทบ
11. บรรณานุกรม	11. ชื่อเอกสารข้อมูล ที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 4 การปฏิบัติโครงการ เป็นการดำเนินงานตามแผน ที่ได้กำหนดไว้ในเค้าโครงของโครงการ และต้องมีการจดบันทึกข้อมูลต่างๆได้อย่างละเอียด และต้องจัดทำอย่างเป็นระบบ ระเบียบ เพื่อที่จะได้ใช้เป็นข้อมูลต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 การเขียนรายงาน ควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมประเด็นสำคัญของโครงการ สามารถเขียนในรูปแบบต่างๆ เช่น การสรุป รายงานผล ซึ่งประกอบไปด้วยหัวข้อต่างๆ เช่น บทคัดย่อ บทนำ เอกสารที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 6 การแสดงผล การแสดงผลงาน เป็นการนำเสนอผลงาน สามารถจัดได้หลายรูปแบบ เช่น การจัดนิทรรศการ หรือทำเป็นสิ่งตีพิมพ์ การสอนแบบเพื่อนสอนเพื่อนตามแต่ความเหมาะสมของโครงการ





## การวางแผนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

การวางแผนการทำโครงการ มีขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดปัญหาหรือที่มา และความสำคัญของโครงการ
2. กำหนดวัตถุประสงค์และสมมติฐานของการศึกษา เช่น ศึกษาปฏิกิริยาตอบสนองของปลา แสงสีต่างๆ หรือเพื่อศึกษาอวัยวะภายในของหนูที่มีผลมาจากใบกัญชา
3. กำหนดขอบเขตของการศึกษา โดยยึดหลักไม่เกินระดับความรู้ของผู้เรียนมากนัก
4. การวางแผนวิธีการดำเนินงาน ได้แก่ แนวทางในการศึกษา ค้นคว้า วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น ออกแบบการทดลองควบคุมตัวแปร วิธีการสำรวจ และรวบรวมข้อมูล วิธีการประดิษฐ์ การวิเคราะห์ข้อมูล และการกำหนดระยะเวลาในการทำงาน ในการวางแผนการทำโครงการ ควรเขียนโครงร่าง หรือเค้าโครงร่าง หรือเค้าโครงการนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอความคิดเห็น และคำปรึกษาว่าจะดำเนินการอย่างไร โดยที่เป็นขั้นตอนและไม่สับสน การเขียนและการจัดลำดับหัวข้อเค้าโครงของโครงการ มีดังนี้

1. ชื่อโครงการ
2. ผู้จัดทำโครงการ
3. ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
4. ที่มาและความสำคัญของโครงการ
5. วัตถุประสงค์ของการศึกษา ค้นคว้า
6. สมมติฐานของการศึกษา ค้นคว้า (ในกรณีการตั้งสมมติฐานมักใช้กับโครงการประเภททดลองเท่านั้น)
7. วิธีการดำเนินการ
8. ประโยชน์หรือผลที่คาดว่าจะได้รับ
9. เอกสารอ้างอิง



### การเลือกหัวข้อการทำโครงการวิทยาศาสตร์

**หัวข้อโครงการ** คือ สิ่ง que แสดงลักษณะของภาระงาน ชิ้นงาน หรือกิจกรรมอิสระที่ผู้ทำโครงการต้องทำ การคัดเลือกหัวข้อโครงการให้ประสบผลสำเร็จ ผู้ทำโครงการจะต้องพิจารณาแรงจูงใจของตนเอง เพื่อให้สามารถตอบคำถามสำคัญ 2 ประการ คือ ต้องการศึกษากการแก้ปัญหาสิ่งใดและเหตุใดจึงต้องการศึกษาสิ่งนั้น โดยหัวข้อโครงการจะต้องเป็นเรื่องที่เฉพาะเจาะจง ชัดเจน โดยมุ่งเน้นทำโครงการที่อยู่ใกล้ตัว ซึ่งอาจเกิดจากปัญหาของผู้ทำโครงการ หรือผู้ทำโครงการมีความคุ้นเคยกับสิ่งนั้น ดังนั้นผู้ทำโครงการจึงควรสำรวจตัวเองและพิจารณาสิ่งต่างๆ ดังนี้

1. **ความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ของตนเอง** โดยพิจารณาจากคะแนนวัดผลความรู้หรือผลงานที่เคยปฏิบัติ
2. **ความถนัดและความสนใจของผู้ทำโครงการ** เป็นการพิจารณาความชอบของผู้ทำโครงการ ซึ่งถ้าเป็นโครงการที่ผู้ที่ไม่มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์มาก่อน ผู้ทำก็จะต้องค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับโครงการนั้นมากเป็นพิเศษ
3. **ประโยชน์ที่ได้รับ** โครงการที่ควรเป็นโครงการที่มีประโยชน์ทั้งต่อผู้ทำโครงการ สังคม และประเทศชาติ โดยโครงการนั้นควรจะสามารถนำไปพัฒนาและใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน
4. **ความคิดสร้างสรรค์** โครงการที่ควรมีความแปลกใหม่ ทันสมัย ใช้ได้จริงและไม่มีผู้อื่นทำไว้หรือเป็นการพัฒนาโครงการของผู้อื่นให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
5. **ระยะเวลาในการทำโครงการ** เป็นปัจจัยที่ผู้ทำโครงการจะต้องวางแผนก่อนการทำโครงการจริง เพื่อกำหนดขอบเขตและเป้าหมายในการทำโครงการ
6. **ค่าใช้จ่ายในการทำโครงการ** โครงการบางประเภทจำเป็นต้องใช้ต้นทุนจำนวนมาก ผู้ทำโครงการจึงควรประเมินค่าใช้จ่ายและเลือกทำโครงการที่ตนเองมีทรัพยากรอยู่แล้วเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการทำโครงการ
7. **ความปลอดภัย** เป็นปัจจัยสำคัญในการทำโครงการ กล่าวคือ โครงการนั้นจะต้องมีความปลอดภัย ไม่มีอันตรายทั้งต่อผู้ทำโครงการ สังคม และประเทศชาติ

8. **ค่านิยมของสังคม** เป็นปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวกับผู้ทำโครงการงานโดยโครงการงานที่ทำจะต้องไม่ขัดต่อค่านิยม วัฒนธรรมและความเชื่อของสังคม

9. **ความเป็นไปได้** ผู้ทำโครงการควรนำปัจจัยข้างต้นมาพิจารณาว่า โครงการดังกล่าวสามารถทำได้จริงตามปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอยู่หรือไม่แล้วจึงตัดสินใจเลือกทำโครงการในหัวข้อนั้น



### การนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์

การนำเสนอผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ อาจทำได้ในแบบต่าง ๆ กัน เช่น

การแสดงในรูปแบบนิทรรศการ ซึ่งมีทั้งการจัดแสดงและการอธิบายด้วยคำพูด หรือในรูปแบบของการรายงานปากเปล่าไม่ว่าการนำเสนอผลงานจะอยู่ในรูปแบบใด ควรครอบคลุมประเด็นสำคัญคือ มีความชัดเจน เข้าใจง่ายและมีความถูกต้องในเนื้อหา

**การแสดงผลงานจัดได้ว่าเป็นขั้นตอนสำคัญอีกประการหนึ่งของการทำโครงการ**

เรียกได้ว่าเป็นงานขั้นสุดท้ายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นการแสดงผลของงาน ความคิด และความพยายามทั้งหมดที่ผู้ทำโครงการได้ทุ่มเทลงไป และเป็นวิธีการที่จะทำให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจถึงผลงานนั้นๆ มีผู้กล่าวว่า การวางแผนออกแบบเพื่อจัดแสดงผลงานนั้นมีความสำคัญเท่าๆ กับการทำโครงการนั่นเอง ผลงานที่สร้างขึ้นจะดีเยี่ยมเพียงใด แต่ถ้าวางแผนจัดแสดงผลงานทำไม่ได้ดีก็เท่ากับไม่ได้แสดงความดีเยี่ยมของผลงานนั่นเอง

**ประเด็นสำคัญที่ควรจัดให้ครอบคลุม**

การแสดงผลงานนั้นอาจทำได้หลายรูปแบบ เช่น การแสดงในรูปแบบนิทรรศการ ซึ่งมีทั้งการจัดแสดงและการอธิบายด้วยคำพูด หรือในรูปแบบของการจัดแสดงโดยไม่มีคำอธิบายประกอบหรือในรูปแบบของการรายงานปากเปล่าไม่ว่าการแสดงผลงานจะอยู่ในรูปแบบใด ควรจัดทำให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้

1. ชื่อโครงการ
2. ชื่อผู้ทำโครงการ
3. ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
4. ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ
5. วิธีดำเนินการ
6. การสาธิตหรือแสดงผลที่ได้จากการทดลอง
7. ผลการสังเกตและข้อมูลเด่น ๆ ที่ได้จากการทำโครงการ

**ข้อคำนึงถึงในการจัดนิทรรศการโครงการวิทยาศาสตร์** ควรคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ  
ต่อไปนี้

1. ความปลอดภัยของการจัดแสดง
2. ความเหมาะสมกับเนื้อที่ที่จัดแสดง
3. คำอธิบายที่เขียนแสดงควรเน้นเฉพาะประเด็นสำคัญและสิ่งที่น่าสนใจเท่านั้น โดยใช้ข้อความกะทัดรัด ชัดเจน และเข้าใจง่าย
4. ดึงดูดความสนใจของผู้เข้าชม โดยใช้รูปแบบการแสดงที่น่าสนใจ ใช้สีที่สดใสเน้นจุดสำคัญหรือใช้วัสดุต่าง ๆ ในการจัดแสดง
5. ใช้ตาราง และรูปภาพประกอบ โดยจัดวางอย่างเหมาะสม
6. สิ่งที่แสดงทุกอย่างและการเขียนข้อความต้องถูกต้อง ไม่มีการสะกดผิด หรืออธิบายหลักการที่ผิด
7. ในกรณีที่เป็นสิ่งประดิษฐ์ สิ่งนั้นควรอยู่ในสภาพที่ทำงานได้อย่างสมบูรณ์

**ข้อคำนึงถึงในการอธิบายหรือรายงานปากเปล่า** ควรคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ต้องทำความเข้าใจกับเรื่องที่จะอธิบายเป็นอย่างดี
2. คำนึงถึงความเหมาะสมของภาษาที่ใช้กับระดับผู้ฟัง ควรให้ชัดเจนและเข้าใจง่าย
3. ควรรายงานอย่างตรงไปตรงมา ไม่อ้อมค้อม

4. พยายามหลีกเลี่ยงการอ่านรายงาน แต่อาจจดหัวข้อสำคัญๆ ไว้เพื่อช่วยให้การรายงานเป็นไปตามขั้นตอน
5. อย่าท่องจำรายงาน เพราะทำให้ดูไม่เป็นธรรมชาติ
6. ขณะที่รายงาน ควรมองตรงไปยังผู้ฟัง
7. เตรียมตัวตอบคำถามที่เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ
8. ตอบคำถามอย่างตรงไปตรงมา ไม่จำเป็นต้องกล่าวถึงสิ่งที่ไม่ได้ถาม
9. หากติดขัดในการอธิบาย ควรยอมรับโดยดี อย่ากลบเกลื่อนหรือหาทางเลี่ยง
10. ควรรายงานให้เสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด
11. ควรใช้สื่อประเภทโสตทัศนูปกรณ์ประกอบการรายงานด้วย เช่น แผ่นใส หรือ สไลด์ เป็นต้น



### แนวทางการนำผลจากโครงการวิทยาศาสตร์ไปใช้

การนำผลจากโครงการวิทยาศาสตร์ไปใช้ คือ การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นการเสนอผลงานการดำเนินการเป็นเอกสารจัดว่าเป็นขั้นตอนสำคัญอีกประการหนึ่งของโครงการ เมื่อดำเนินการทำโครงการจนครบขั้นตอนได้ข้อมูล ทำการวิเคราะห์ข้อมูล พร้อมทั้งแปลผล และสรุปผล แล้วงานขั้นต่อไปที่ต้องทำคือการเขียนรายงาน

การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

**1. ชื่อโครงการ** เป็นสิ่งสำคัญประการแรก เพราะชื่อโครงการจะช่วยโยงความคิดไปถึงวัตถุประสงค์ของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และควรกำหนดชื่อโครงการให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลักด้วย

การตั้งชื่อโครงการของนักเรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา นิยมตั้งชื่อให้มีความกะทัดรัดและดึงดูดความสนใจจากผู้อ่าน ผู้ฟัง แต่สิ่งที่ควรคำนึงถึง คือ ผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ต้องเข้าใจปัญหาที่สนใจศึกษาอย่างแท้จริง อันจะนำไปสู่การเข้าใจวัตถุประสงค์ของการศึกษาอย่างแท้จริงด้วย เช่น โครงการวิทยาศาสตร์ ชื่อ “ถุงพลาสติกพิชิตแมลงวันตัวน้อย” ซึ่งปัญหาเรื่องที่น่าสนใจศึกษาคือถุงน้ำพลาสติกสามารถไล่แมลงวันที่มาตอมอาหารได้จริงหรือ จากเรื่องดังกล่าวผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ บางคนหรือบางคณะอาจสนใจตั้งชื่อโครงการวิทยาศาสตร์ว่า “การศึกษาการไล่แมลงวันด้วยถุงน้ำพลาสติก” หรือ “ผลการใช้ถุงน้ำพลาสติกต่อการไล่แมลงวัน” ก็เป็นไปได้

อย่างไรก็ตามจะตั้งชื่อโครงการในแบบใด ๆ นั้น ต้องคำนึงถึงความสามารถที่จะสื่อความหมายถึงวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจน

## 2. ชื่อผู้จัดทำโครงการ

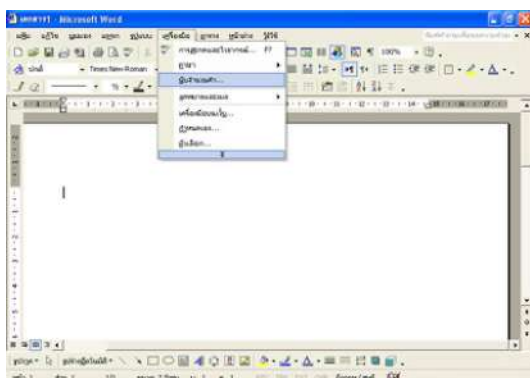
การเขียนชื่อผู้รับผิดชอบโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งดีเพื่อจะได้ทราบว่าโครงการนั้นอยู่ในความรับผิดชอบของใครและสามารถติดตามได้ที่ใด

## 3. ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

การเขียนชื่อผู้ให้คำปรึกษาควรให้เกียรติยกย่องและเผยแพร่ รวมทั้งขอบคุณที่ได้ให้คำแนะนำการทำโครงการวิทยาศาสตร์จนบรรลุเป้าหมาย

## 4. บทคัดย่อ

อธิบายถึงที่มาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการ และผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุปต่างๆ อย่างย่อประมาณ 300-350 คำ (ถ้าใช้โปรแกรม Microsoft Word ในการพิมพ์ สามารถตรวจสอบจำนวนคำจากเมนูเครื่องมือ เลือกคำสั่งนับจำนวนคำ)



การนับจำนวนคำ	
สถิติ:	
หน้า	1
คำ	329
อักขระ (ไม่รวมช่องว่าง)	1,592
อักขระ (รวมช่องว่าง)	1,638
ย่อหน้า	3
บรรทัด	22
<input type="checkbox"/> รวมเครื่องหมายและอ้างอิงท้ายเรื่อง	
แสดงแถบเครื่องมือ	
ปิด	

## 5. กิตติกรรมประกาศ (คำขอบคุณ)

ส่วนใหญ่โครงการวิทยาศาสตร์มักจะเป็นกิจกรรมที่ได้รับความร่วมมือจากหลายฝ่ายดังนั้นเพื่อเป็นการเสริมสร้างบรรยากาศของความร่วมมือจึงควรได้กล่าวขอบคุณบุคลากรหรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีส่วนช่วยให้โครงการนี้สำเร็จด้วย

## 6. ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ในการเขียนที่มาและความสำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์ ผู้ทำโครงการจำเป็นต้องศึกษา หลักการทฤษฎีเกี่ยวกับเรื่องที่น่าสนใจจะศึกษา หรือพูดเข้าใจง่าย ๆ ว่าเรื่องที่น่าสนใจจะศึกษานั้นต้องมีทฤษฎีแนวคิดสนับสนุน เพราะความรู้เหล่านี้จะเป็นแนวทางสำคัญในเรื่องต่อไปนี้

- แนวทางตั้งสมมติฐานของเรื่องที่ศึกษา
- แนวทางในการออกแบบการทดลองหรือการรวบรวมข้อมูล
- ใช้ประกอบการอภิปรายผลการศึกษา ตลอดจนเสนอแนะเพื่อนำความรู้และสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่ค้นพบไปใช้ประโยชน์ต่อไป

การเขียนที่มาและความสำคัญของโครงการ คือ การอธิบายให้กระจ่างชัดว่าทำไมต้องทำ ทำแล้วได้อะไร หากไม่ทำจะเกิดผลเสียอย่างไร ซึ่งมีหลักการเขียนคล้ายการเขียนเรียงความ ทั่ว ๆ ไป คือ มีคำนำ เนื้อเรื่อง และสรุป

ส่วนที่ 1 คำนำ :

เป็นการบรรยายถึงนโยบาย เกณฑ์ สภาพทั่ว ๆ ไป หรือปัญหาที่มีส่วนสนับสนุนให้ริเริ่มทำโครงการวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 2 เนื้อเรื่อง :

อธิบายถึงรายละเอียดเชื่อมโยงให้เห็นประโยชน์ของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยมี หลักการ ทฤษฎีสนับสนุนเรื่องที่ศึกษา หรือการบรรยายผลกระทบ ถ้าไม่ทำโครงการเรื่องนี้

ส่วนที่ 3 สรุป :

สรุปถึงความจำเป็นที่ต้องดำเนินการตามส่วนที่ 2 เพื่อแก้ไขปัญหา หรือการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ๆ ค้นคว้าสิ่งประดิษฐ์ใหม่ให้เป็นไปตามเหตุผลส่วนที่ 1

## 7. วัตถุประสงค์ของการทำโครงการ

เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายปลายทางที่ต้องการให้เกิดจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ในการเขียนวัตถุประสงค์ ต้องเขียนให้ชัดเจน อ่านเข้าใจสอดคล้องกับชื่อโครงการ หากมีวัตถุประสงค์หลายประเด็น ให้ระบุเป็นข้อๆ การเขียนวัตถุประสงค์มีความสำคัญต่อแนวทาง การศึกษา ตลอดจนข้อความรู้ที่ค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ที่ค้นพบนั้นจะมีความสมบูรณ์ครบถ้วน คือ ต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทุก ๆ ข้อ

## 8. สมมติฐานของการศึกษา

เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้ทำโครงการต้องให้ความสำคัญ เพราะจะทำให้เป็นการกำหนดแนวทางในการออกแบบการทดลองได้ชัดเจนและรอบคอบ ซึ่งสมมติฐานก็คือ การคาดคะเนคำตอบของปัญหาอย่างมีหลักและเหตุผลตามหลักการ ทฤษฎี รวมทั้งผลการศึกษาของโครงการที่ได้ทำมาแล้ว

## 9. ขอบเขตของการทำโครงการ

ผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ต้องให้ความสำคัญต่อการกำหนดขอบเขตการทำโครงการ เพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่น่าเชื่อถือ ซึ่งได้แก่ การกำหนดประชากร กลุ่มตัวอย่าง ตลอดจนตัวแปรที่ศึกษา

1. การกำหนดประชากร และกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา คือ การกำหนดประชากรที่ศึกษา อาจเป็นคนหรือสัตว์หรือพืช ชื่อใด กลุ่มใด ประเภทใด อยู่ที่ไหน เมื่อเวลาใด รวมทั้งกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเหมาะสมเป็นตัวแทนของประชากรที่สนใจศึกษา

2. ตัวแปรที่ศึกษา การศึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ ส่วนมากมักเป็นการศึกษาความสัมพันธ์เชิงเหตุและผล หรือความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวแปรขึ้นไป การบอกชนิดของตัวแปรอย่างถูกต้องและชัดเจน รวมทั้งการควบคุมตัวแปรที่ไม่สนใจศึกษา เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้ทำโครงการต้องเข้าใจ ตัวแปรใดที่ศึกษาเป็นตัวแปรต้นตัวแปรใดที่ศึกษาเป็นตัวแปรตาม และตัวแปรใดบ้างเป็นตัวแปรที่ต้องควบคุมเพื่อเป็นแนวทางการออกแบบการทดลอง ตลอดจนมีผลต่อการเขียนรายงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง สื่อความหมายให้ผู้ฟังและผู้อ่านให้เข้าใจตรงกัน



## 10. วิธีดำเนินการ

เป็นวิธีการที่ช่วยให้งานบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการทำโครงการ ตั้งแต่เริ่มเสนอโครงการกระทั่งสิ้นสุดโครงการ ซึ่งประกอบด้วย

1. การกำหนดประชากร กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา
2. การสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเขียนวิธีดำเนินการให้ระบุกิจกรรมที่ต้องทำให้ชัดเจนว่าจะทำอะไรบ้าง เรียงลำดับกิจกรรมก่อนและหลังให้ชัดเจน เพื่อสามารถนำโครงการไปปฏิบัติอย่างต่อเนื่องและถูกต้อง

## 11. ผลการศึกษาค้นคว้า

นำเสนอข้อมูลหรือผลการทดลองต่าง ๆ ที่สังเกตรวบรวมได้ รวมทั้งเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ด้วย

## 12. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

อธิบายผลสรุปที่ได้จากการทำโครงการ ถ้ามีการตั้งสมมติฐาน ควรระบุด้วยว่า ข้อมูลที่ได้สนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือยังสรุปไม่ได้ นอกจากนี้ยังควรกล่าวถึงการนำผลการทดลองไปใช้ประโยชน์ อุปสรรคของการทำโครงการหรือข้อสังเกตที่สำคัญหรือข้อผิดพลาดบางประการที่เกิดขึ้นจากการทำโครงการนี้ รวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไข หากมีผู้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องที่ทำนองนี้ต่อไปในอนาคตด้วย

## 13. เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง คือ รายชื่อเอกสารที่นำมาอ้างอิงเพื่อประกอบการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเขียนรายงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ควรเขียนตามหลักการที่นิยมกัน



### ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

ธีระชัย ปุณณโชติ (2531 : 3-4) ได้กล่าวถึงความสำคัญและประโยชน์ของโครงการงานวิทยาศาสตร์ ไว้ดังต่อไปนี้

1. ช่วยส่งเสริมจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สัมฤทธิ์ผลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
2. ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงในกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ยิ่งขึ้นกว่าการเรียนในกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางทักษะซึ่งไม่มีใครมีโอกาสในกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ เช่น ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการออกแบบการทดลอง และควบคุมตัวแปร เป็นต้น
4. ช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์
5. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจลักษณะและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น เช่น เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายถึงแต่ตัวความรู้ในเนื้อหาสาระที่เกี่ยวกับธรรมชาติเท่านั้นแต่ยังหมายถึงกระบวนการแสวงหาความรู้เหล่านั้น และมีเจตคติหรือค่านิยมทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย การได้มาซึ่งความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติจะต้องใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบโดยอาศัยการสังเกตเป็นพื้นฐานแต่ประสาทสัมผัสของมนุษย์ ซึ่งใช้ในการสังเกตมีขีดความสามารถจำกัดในการรับรู้ ดังนั้น วิทยาศาสตร์จึงมีขอบเขตจำกัดด้วย
6. ช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความเป็นผู้มีวิจรรณญาณ
7. ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง
8. ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคน que คิดเป็น ทำเป็น และมีความสามารถในการแก้ปัญหา
9. ช่วยพัฒนาความรับผิดชอบ และสร้างวินัยในตนเองให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน
10. ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์และมีคุณค่า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 56) ได้กล่าวถึง  
คุณประโยชน์ของโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. สร้างจิตสำนึกและความรับผิดชอบในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ต่างๆ ด้วยตนเอง
2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาและแสวงหาความสามารถตามศักยภาพของตนเอง
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้าและเรียนรู้ในเรื่องที่ตนเองสนใจได้ลึกซึ้งไป  
กว่าการเรียนในหลักสูตรปกติ
4. ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถพิเศษโดยมีโอกาสดังกล่าวแสดงความสามารถของตน
5. ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์และมีความสนใจที่จะ  
ประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์
6. ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ในการสร้างสรรค์
7. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียนและระหว่างผู้เรียนด้วยกันให้มีโอกาส  
ทำงานใกล้ชิดกันมากขึ้น
8. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนกับสถานศึกษาให้ดีขึ้น สถานศึกษาได้มีโอกาส  
เผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ชุมชนซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ชุมชนได้สนใจ  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น

สรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์มีความสำคัญและก่อประโยชน์โดยตรงแก่ผู้เรียน  
โดยตรงเป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง สร้างความสัมพันธ์อันดีกับครูกับ  
เพื่อนร่วมงาน รู้จักทำงานอย่างเป็นระบบใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาและใช้เวลา  
ว่างให้เป็นประโยชน์



## กิจกรรมท้ายบทที่ 2

คำชี้แจง ให้ผู้เรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. โครงการวิทยาศาสตร์มีกี่ประเภท จงอธิบาย

.....

2. ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์มีอะไรบ้าง จงอธิบาย

.....

3. การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนอย่างไร จงอธิบาย

.....

4. จงอธิบายวิธีการนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์

.....

5. จงอธิบายถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์

.....

## บทที่ 3

### เซลล์

#### สาระสำคัญ

ร่างกายมนุษย์ พืชและสัตว์ ต่างประกอบด้วยเซลล์ จึงต้องเรียนรู้เกี่ยวกับเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ กลไกและการรักษาคุณภาพของพืช สัตว์และมนุษย์ ป้องกันดูแลรักษา ภูมิคุ้มกันร่างกาย กระบวนการแบ่งเซลล์

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายรูปร่าง ส่วนประกอบ ความแตกต่าง ระบบการทำงาน การรักษาคุณภาพของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้
2. อธิบายการรักษาคุณภาพของพืชและสัตว์ และมนุษย์และการนำความรู้ไปใช้ได้
3. ศึกษา สืบค้นข้อมูลและอธิบายกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และไมโอซิสได้

#### ขอบข่ายเนื้อหา

เรื่องที่ 1 เซลล์

เรื่องที่ 2 กระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และไมโอซิส

## บทที่ 3

### เซลล์

เซลล์ (Cell) หมายถึง **หน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต** โดยเซลล์ (cell) มาจากคำว่า cella ในภาษาละติน ซึ่งมีความหมายว่าห้องเล็กๆ

เซลล์ (cell) สามารถเพิ่มจำนวน เจริญเติบโต และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ เซลล์บางชนิดเคลื่อนที่ได้ด้วยตนเอง

#### ส่วนประกอบของเซลล์ประกอบด้วยอะไรบ้าง

เซลล์โดยทั่วไปไม่ว่าจะมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันอย่างไรก็ตาม แต่จะมีลักษณะโครงสร้างพื้นฐานส่วนใหญ่คล้ายคลึงกัน เซลล์ของสิ่งมีชีวิตจะมีส่วนประกอบที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานอยู่ 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

#### 1. ส่วนห่อหุ้มเซลล์ ประกอบด้วย

1.1 เยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane) มีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ ทำหน้าที่ห่อหุ้มส่วนต่างๆที่อยู่ภายในเซลล์ ประกอบด้วยโปรตีนและไขมัน มีหน้าที่ ควบคุม ปริมาณ และชนิดของสารที่ผ่านเข้าออกจากเซลล์

1.2 ผนังเซลล์ (Cell wall) เป็นส่วนที่อยู่นอกสุด ทำหน้าที่เพิ่มความแข็งแรง และป้องกันอันตรายให้แก่เซลล์พืช ประกอบด้วย สารเซลลูโลสเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้มีคิวทิน ซูเบอร์ิน เพกทิน ลิกนิน ผนังเซลล์พบในเซลล์พืช แบคทีเรีย และสาหร่าย

1.3 สารเคลือบเซลล์ (cell coat) เป็นสารที่เซลล์สร้างขึ้นเพื่อห่อหุ้มเซลล์อีกชั้นหนึ่ง เป็นสารที่มีความแข็งแรง ไม่ละลายน้ำ ทำให้เซลล์คงรูปร่างได้และช่วยลดการสูญเสียน้ำ

2. นิวเคลียส (nucleus) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของเซลล์ มีรูปร่างค่อนข้างกลม นิวเคลียสทำหน้าที่ ควบคุมเมแทบอลิซึมของเซลล์ ควบคุมการสังเคราะห์โปรตีนและเอนไซม์ ควบคุมการถ่ายทอดลักษณะ ทางพันธุกรรมจากพ่อแม่ไปสู่รุ่นลูกหลาน ควบคุมกิจกรรมต่างๆ ภายในเซลล์ ควบคุมการเจริญเติบโต และควบคุมลักษณะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตประกอบด้วย

2.1 เยื่อหุ้มนิวเคลียส (nuclear membrane) เป็นเยื่อบาง ๆ 2 ชั้น แต่ละชั้นประกอบด้วยลิพิดเรียงตัว 2 ชั้น มีโปรตีนแทรกเป็นระยะๆ มีช่องเล็กๆ ทะลุผ่านเยื่อหุ้มนิวเคลียส

2.2 นิวคลีโอลัส (Nucleolus) ประกอบด้วยสาร DNA และ RNA ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน และสร้างไรโบโซม

2.3 โครมาติน (Chromatin) ซึ่งเส้นใยเล็ก ๆ ยาว ๆ หดไปมาเป็นร่างแห เมื่อหดตัวสั้นและหนาขึ้น เรียกว่า โครโมโซม (chromosome) ประกอบด้วย ยีน และโปรตีนหลายชนิด บนยีนจะมีรหัสพันธุกรรมซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการสร้างโปรตีน

3. **ไซโทพลาสซึม (Cytoplasm)** เป็นส่วนที่อยู่รอบ ๆ นิวเคลียส มีลักษณะเป็นของเหลวโดยมีสารอาหารและสารอื่นๆละลายอยู่ นอกจากนี้ในไซโทพลาสซึมยังมีออร์แกเนลล์ที่สำคัญ ได้แก่

3.1 ไมโทคอนเดรีย (Mitochondria) ทำหน้าที่สร้างพลังงานให้แก่เซลล์

3.2 ไรโบโซม (Ribosome) พบทั้งในเซลล์ พืช และสัตว์ มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน

3.3 ไลโซโซม (Lysosome) ทำหน้าที่ย่อยสารและสิ่งแปลกปลอมที่เซลล์ไม่ต้องการ

3.4 กอลจิบอดี (Golgi body) ทำหน้าที่สะสมโปรตีนเพื่อส่งออกนอกเซลล์

3.5 เอนโดพลาสมิก เรติคูลัม (Endoplasmic reticulum) มี 2 แบบ คือ ชนิดเรียบทำหน้าที่สร้างสารพวกไขมัน และชนิดขรุขระทำหน้าที่ขนส่งโปรตีน

3.6 แวกิวโอล (Vacuole) เป็นแหล่งสะสมสารต่าง ๆ ซึ่งในเซลล์พืชจะมีขนาดตามอายุของเซลล์

### สิ่งมีชีวิตมีการรักษาคุณภาพอย่างไร

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีการรักษาคุณภาพสภาวะและสารต่างๆ ภายในร่างกาย ดังนี้

1. การรักษาสมดุลของอุณหภูมิ
2. การรักษาสมดุลของน้ำ
3. การรักษาสมดุลของกรด-เบส
4. การรักษาสมดุลของแร่ธาตุ

สาเหตุที่สิ่งมีชีวิตต้องมีกลไกการรักษาคุณภาพของร่างกาย เพราะว่าสภาวะและสารต่างๆ ภายในร่างกายมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ ซึ่งทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาชีวเคมีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์และร่างกาย

### พืชรักษาคุณภาพของน้ำอย่างไร

การคายน้ำถือเป็นกระบวนการสำคัญในการรักษาคุณภาพของน้ำในพืชซึ่งเป็นกระบวนการที่พืชกำจัดน้ำออกมาในรูปของไอน้ำหรือหยดน้ำ โดยไอน้ำจะออกมาทางปากใบ (Stoma) ผิวใบหรือรอยแตกบริเวณลำต้น แต่หยดน้ำจะออกมาทางช่องเปิดบริเวณขอบใบหรือปลายใบ

ปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช ได้แก่ ลม ความกดดันอากาศ อุณหภูมิ ความเข้มของแสงสว่าง ความชื้นในอากาศ ปริมาณน้ำในดิน

ข้อดีจากการคายน้ำของพืช

1. ช่วยให้พืชมีอุณหภูมิลดลง 2-3°C
2. ช่วยให้พืชดูดน้ำและแร่ธาตุในดินเข้าสู่รากได้
3. ช่วยให้พืชลำเลียงน้ำและแร่ธาตุไปตามส่วนต่างๆ ของพืชได้

ข้อเสียจากการคายน้ำของพืช คือ พืชคายน้ำออกไปมากกว่าที่จะนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต

### สัตว์รักษาคุณภาพของน้ำและสารต่าง ๆ ในร่างกายอย่างไร

อวัยวะสำคัญในการรักษาคุณภาพของน้ำและสารต่างๆ ในร่างกาย คือ ไต (Kidneys) พบในสัตว์มีกระดูกสันหลัง ไตคนมีลักษณะคล้ายเม็ดถั่วแดง 2 เม็ดอยู่ด้านหลังของลำตัว เมื่อผ่าไตจะสังเกตเห็นเนื้อไตชั้นนอกและชั้นใน ซึ่งในเนื้อไตแต่ละข้างประกอบด้วยหน่วยไต (Nephron) 1 ล้านหน่วย ทำหน้าที่กำจัดของเสียในรูปของปัสสาวะ



### มนุษย์มีการรักษาคุณภาพของกรด-เบสในร่างกายอย่างไร

การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-เบสหลายๆ จะทำให้เอนไซม์ (Enzyme) ภายในเซลล์หรือร่างกายไม่สามารถทำงานได้ ดังนั้นร่างกายจึงมีกลไกการรักษาคุณภาพความเป็นกรด-เบสภายในให้คงที่ ซึ่งมี 3 วิธี คือ

1. **การเพิ่มหรือลดอัตราการหายใจ** ถ้าคาร์บอนไดออกไซด์( $\text{CO}_2$ ) ในเลือดมีปริมาณมากจะส่งผลให้ศูนย์ควบคุมการหายใจ คือสมองส่วนเมดัลลาออบลองกาตา (Medulla Oblongata) ส่งกระแสประสาทไปสั่งให้กล้ามเนื้อกะบังลม และกล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงทำงานมากขึ้น เพื่อจะได้หายใจออกถี่ขึ้น ทำให้ปริมาณ  $\text{CO}_2$  ในเลือดลดลงถ้า  $\text{CO}_2$  ในเลือดมีปริมาณน้อย จะไปยับยั้งสมองส่วนเมดัลลาออบลองกาตา ซึ่งจะทำให้กล้ามเนื้อกะบังลมและกล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงทำงานน้อยลง

2. **ระบบบัฟเฟอร์ (Buffer)** คือ ระบบที่สามารถรักษาระดับค่า pH ให้เกือบคงที่ไว้ได้ เมื่อมีการเพิ่มของสารที่มีฤทธิ์เป็นกรดหรือเบสเล็กน้อยน้ำเลือด เลือดที่แยกส่วนของเม็ดเลือด และเกล็ดเลือดออกแล้ว) ทำหน้าที่เป็นระบบบัฟเฟอร์ให้กับร่างกายมนุษย์

3. **การควบคุมกรดและเบสของไต** ไตสามารถปรับสมดุลกรด-เบสของเลือดได้มาก โดยผ่านกระบวนการผลิตปัสสาวะ ระบบนี้จึงมีการทำงานมาก สามารถปรับค่า pH ของเลือดที่เปลี่ยนแปลงไปมากให้เข้าสู่ภาวะปกติหรือภาวะสมดุลได้แต่จะใช้เวลานาน

### สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ มีการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุอย่างไร

การรักษาคุณภาพของสัตว์แต่ละชนิด เพื่อให้ร่างกายอยู่ในสภาวะสมดุล เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต เนื่องจากน้ำในร่างกายจะมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของแร่ธาตุ และสารต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ ดังนั้นการรักษาคุณภาพของน้ำในร่างกาย จึงมีความเกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพของแร่ธาตุ และสารต่าง ๆ ด้วยเช่นกัน การรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายของสัตว์มีดังนี้

**สัตว์บก** สัตว์บกจะได้รับน้ำจากการดื่มน้ำ และจากน้ำที่เป็นส่วนประกอบในอาหาร เช่น ในพืชผัก ผลไม้ ตลอดจนน้ำที่อยู่ในเนื้อสัตว์ต่าง ๆ นอกจากนี้ยังได้รับน้ำจากกระบวนการย่อยสลายสารอาหาร ตลอดจนการเผาผลาญสารอาหาร หากร่างกายได้รับปริมาณมากเกินไป

ร่างกายจะกำจัดน้ำส่วนเกินออกในรูปของเหงื่อ ไอน้ำในลมหายใจ ปัสสาวะ และอุจจาระ โดยมีไตเป็นอวัยวะหลักที่ทำหน้าที่ควบคุมสมดุลของน้ำ และแร่ธาตุในร่างกาย

**สัตว์ปีก** นกหลายชนิดจะมีขนปกคลุม เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำเนื่องจากความร้อน และยังมีระบบการรักษาคุณภาพของน้ำด้วยการขับออกในรูปปัสสาวะนอกจากนี้ยังพบว่านกทะเลที่กินพืชหรือสัตว์ทะเลเป็นอาหาร จะมีอวัยวะที่ทำหน้าที่กำจัดแร่ธาตุหรือเกลือส่วนเกินออกไปจากร่างกาย เรียกว่า ต่อมนาสิก (Nasal Gland) หรือต่อมเกลือ (Salt Gland) ซึ่งอยู่บริเวณหัวและจมูก โดยแร่ธาตุและเกลือจะถูกกำจัดออกในรูปของน้ำเกลือ วิธีการรักษาสมดุลเช่นนี้ จึงทำให้นกทะเลต่าง ๆ สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ แม้จะบริโภคอาหารที่มีแร่ธาตุและเกลือสูงเป็นประจำ

**สัตว์น้ำเค็ม** จะมีวิธีการควบคุมสมดุลน้ำและแร่ธาตุในร่างกายที่แตกต่างไปจากสัตว์บก เนื่องจากสัตว์น้ำเค็มจะต้องมีการปรับความเข้มข้นของเกลือแร่ในร่างกายให้ใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อม เรียกระดับความเข้มข้นเกลือแร่ในร่างกายให้ใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อมว่า **ไอโซโทนิก (isotonic)** ซึ่งจะช่วยให้ร่างกายกับสภาพแวดล้อมมีความสมดุลกันจึงไม่มีการสูญเสียน้ำหรือรับน้ำเข้าสู่ร่างกาย โดยสัตว์น้ำเค็มแต่ละชนิดจะมีกลไกในการรักษาคุณภาพที่แตกต่างกัน ดังนี้ ในปลากระดูกอ่อน เช่น ปลาฉลาม จะมีระบบการรักษาสมดุลโดยการพัฒนาให้มียูเรียสะสมในกระแสเลือดในปริมาณสูง จนมีความเข้มข้นใกล้เคียงกับน้ำทะเลจึงไม่มีการรับน้ำเพิ่มหรือสูญเสียน้ำไปโดยไม่จำเป็น

ส่วนในปลากระดูกแข็งจะมีเกลือตามลำตัว เพื่อใช้ป้องกันการสูญเสียน้ำภายในร่างกาย ออกสู่สภาพแวดล้อมเนื่องจากสภาพแวดล้อมมีความเข้มข้นของสารละลายมากกว่าในร่างกาย และมีการขับเกลือแร่ผ่านทางทวารหนัก และในลักษณะปัสสาวะที่มีความเข้มข้นสูงและมีกลุ่มเซลล์ที่เหงือกทำหน้าที่ลำเลียงแร่ธาตุออกจากร่างกายด้วยวิธีการลำเลียงแบบใช้พลังงาน

**สัตว์น้ำจืด** มีความเข้มข้นของของเหลวในร่างกายมากกว่าน้ำจืด ดังนั้น มีกลไกการรักษาสมดุล เช่น ปลาน้ำจืด มีผิวหนังและเกล็ดป้องกันการซึมเข้าของน้ำ มีการขับปัสสาวะบ่อยและเจือจาง และมีอวัยวะพิเศษที่เหงือกคอยดูดเกลือแร่ที่จำเป็นคืนสู่ร่างกาย

**โพรทิสต์ (Protist)** เช่น **โพรทอซัวที่อาศัยในน้ำจืด** จะใช้วิธีการปรับสมดุลของน้ำและของเสียที่เกิดขึ้นในเซลล์ โดยการแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ออกไปสู่สิ่งแวดล้อมโดยตรง นอกจากนี้ยังใช้ **คอนแทรกไทล์ แวกิวโอล (contractile vacuole)** กำจัดสารละลายของเสีย

และน้ำออกสู่ภายนอกเซลล์ ทำให้สามารถรักษาคุณภาพของน้ำช่วยป้องกันไม่ให้เซลล์เต่งหรือบวมมากจนเกินไป

### สัตว์รักษาคุณภาพอุณหภูมิอย่างไร

การรักษาคุณภาพอุณหภูมิของสัตว์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามอุณหภูมิของร่างกาย ดังนี้

1. **สัตว์เลือดเย็น** คือ สัตว์ที่มีอุณหภูมิภายในร่างกายไม่คงที่ เพราะจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมภายนอก

2. **สัตว์เลือดอุ่น** คือ สัตว์ที่มีอุณหภูมิภายในร่างกายคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม จะมีกลไกการรักษาอุณหภูมิภายในร่างกาย ดังนี้

2.1 **การรักษาอุณหภูมิโดยอาศัยโครงสร้างของร่างกาย** สัตว์เลือดอุ่นจะมีการพัฒนาโครงสร้างของผิวหนังเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนของร่างกายจากสภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำ เช่น การมีชั้นไขมันหนาอยู่ใต้ชั้นผิวหนัง การมีขนปกคลุมร่างกาย หรือการมีโครงสร้างเพื่อลดความร้อนของร่างกาย จากสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง เช่น มีต่อมเหงื่อและรูขุมขนตามร่างกาย สำหรับระบายความร้อน เป็นต้น

2.2 **การรักษาอุณหภูมิโดยอาศัยการทำงานของระบบต่าง ๆ ภายในร่างกาย** เป็นการตอบสนองต่ออุณหภูมิที่เกิดจากการทำงานร่วมกันของระบบต่าง ๆ ภายในร่างกาย โดยมีศูนย์กลางการควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่สมองส่วนไฮโปทาลามัส ซึ่งกระบวนการทำงานภายในร่างกาย เพื่อตอบสนองต่ออุณหภูมิจะมีลำดับขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

2.2.1 การรับรู้ความรู้สึกหนาวหรือร้อน จะเกิดขึ้นที่ตัวรับรู้การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ซึ่งมี 2 ชนิด คือ ตัวรับรู้ความรู้สึกร้อน สามารถพบได้ในผิวหนังทุกส่วน จะพบมากที่บริเวณฝ่ามือและฝ่าเท้า ส่วนตัวรับรู้ความรู้สึกหนาว จะพบได้มากที่บริเวณเปลือกตาด้านบนและบริเวณเยื่อในช่องปาก

2.2.2 การทำงานร่วมกันของศูนย์ควบคุมในสมองส่วนไฮโปทาลามัสจะรับสัญญาณความรู้สึกจากตัวรับรู้การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทั่วร่างกายแล้วจัดการแปลข้อมูล จากนั้นจึงส่งกระแสประสาทไปสู่อวัยวะหรือตัวแสดงการตอบสนองที่ทำหน้าที่ปรับ

ระดับอุณหภูมิในร่างกาย เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่จะช่วยปรับอุณหภูมิในร่างกายให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม คือ ไม้ร้อนและไม่เย็นจนเกินไป

2.2.3 การแสดงการตอบสนอง เมื่อได้รับสัญญาณจากสมองแล้ว ตัวแสดงการตอบสนองต่าง ๆ ในร่างกายจะเกิดการเปลี่ยนแปลง เพื่อช่วยให้ระดับอุณหภูมิในร่างกายกลับเข้าสู่สมดุล โดยลักษณะการตอบสนองเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิในร่างกายอาจมีได้หลายลักษณะ ดังนี้

1.) กระบวนการเมแทบอลิซึม เป็นการเผาผลาญสารอาหารให้เกิดพลังงานความร้อน โดยเมื่อร่างกายมีอุณหภูมิต่ำลง สมองส่วนไฮโปทาลามัสจะส่งสัญญาณไปกระตุ้นอวัยวะที่ควบคุมอัตราเมแทบอลิซึมในร่างกายเพื่อเพิ่มกระบวนการเมแทบอลิซึมให้มากขึ้น ทำให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น แต่หากร่างกายมีอุณหภูมิสูง สมองส่วนไฮโปทาลามัสก็จะส่งสัญญาณไปกระตุ้นอวัยวะต่าง ๆ เพื่อลดกระบวนการเมแทบอลิซึมในร่างกายให้ลดลงทำให้อุณหภูมิร่างกายลดลงด้วย

2.) เส้นเลือด เมื่อร่างกายมีอุณหภูมิสูง เส้นเลือดจะขยายตัว ทำให้มีการลำเลียงเลือดจากอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกายไปยังผิวหนังดีขึ้น ความร้อนในร่างกายจึงถ่ายเทออกสู่ภายนอกได้ดีขึ้น ทำให้อุณหภูมิของร่างกายลดลง แต่ถ้าร่างกายมีอุณหภูมิต่ำ เส้นเลือดจะหดตัว ทำให้มีการลำเลียงเลือดไปยังผิวหนังน้อยลง ความร้อนในร่างกายจึงถ่ายเทออกสู่ภายนอกได้น้อยลง ร่างกายจึงเก็บรักษาความร้อนไว้ได้

3.) การหลั่งของเหงื่อ เป็นการระบายความร้อนไปพร้อมกับหยดน้ำเหงื่อ ทำให้อุณหภูมิร่างกายลดลง

4.) การหดตัวของรูขุมขน การหดตัวของกล้ามเนื้อโคนขน มีผลทำให้รูขุมขนหดเล็กลง จึงช่วยลดการสูญเสียความร้อนทางรูขุมขน ทำให้เกิดการอาการขนลุก

5.) การหดตัวของกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดอาการสั่นจึงได้พลังงานความร้อนมาชดเชยความร้อนที่สูญเสียไป

**2.3 การรักษาอุณหภูมิโดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม** ในกรณีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรง การรักษาอุณหภูมิโดยโครงสร้างของร่างกายและการทำงานของระบบต่าง ๆ ภายในร่างกายไม่เพียงพอต่อการรักษาอุณหภูมิภายในร่างกายสัตว์ต่าง ๆ จึงมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมบางอย่าง เพื่อให้สามารถใช้สภาพแวดล้อมเข้ามาช่วย

ในการรักษาอุณหภูมิภายในร่างกาย เช่น การนอนแช่น้ำ การอพยพไปยังพื้นที่ ที่มีอุณหภูมิเหมาะสมกว่าการใส่เสื้อกันหนาวของมนุษย์ เป็นต้น

### การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีกี่แบบอะไรบ้าง

การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมี 2 แบบ ได้แก่

1. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (Mitosis) เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย (somatic cell) ในสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ทำให้มีการเจริญเติบโต และเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและหลายเซลล์ เซลล์ก่อนการแบ่งเซลล์เรียก เซลล์แม่ (mother cell) มีโครโมโซม (chromosome) เป็นดิพลอยด์ (diploid) หรือ  $2n$  เมื่อเซลล์แม่แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสแล้วได้เซลล์ลูก 2 เซลล์ (daughter cell) โดยแต่ละเซลล์มีโครโมโซม เป็น  $2n$  เท่ากับเซลล์แม่

การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส มีระยะต่าง ๆ ดังนี้



1. ระยะอินเตอร์เฟส (interphase) เป็นระยะที่เซลล์มีนิวเคลียสขนาดใหญ่ มีเมแทบอลิซึมสูง มีการจำลองโครโมโซมใหม่เหมือนเดิมทุกประการแบบซิดิตติดกับโครโมโซมเดิมเป็นเส้นบางๆมองเห็นไม่ชัดเจน



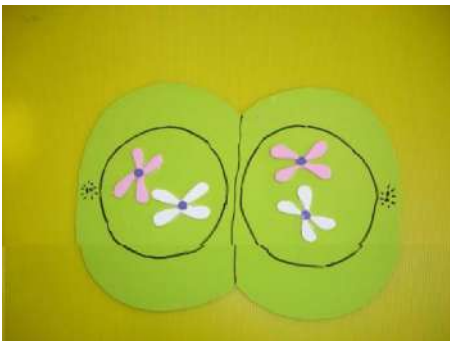
2. ระยะโพรเฟส (prophase) โครโมโซมหดตัวสั้นและหนาขึ้น ทำให้เห็นชัดเจน โครโมโซมแตกออกจากกัน มีเซนโทรเมียร์เป็นปมเล็กๆ ยึดติดกันเอาไว้ และโครโมโซมที่แนบชิดกันเรียก โครมาทิด เซนทริโอลแยกจากกันไปอยู่ตรงกันข้ามหรือขั้วเซลล์ มีเส้นใยสปินเดิล ยึดที่ เซนโทรเมียร์ ของโครโมโซมและขั้วเซลล์ ปลายระยะนี้เห็นโครโมโซมแยกเป็น 2 โครมาทิดอย่างชัดเจนแต่ที่เซนโทรเมียร์ยึดไว้ยังไม่หลุดจากกัน เยื่อหุ้มนิวเคลียสและนิวคลีโอลัสค่อยๆ สลายไป



3. **ระยะเมทาเฟส (metaphase)** ระยะนี้เยื่อหุ้มนิวเคลียส และ นิวคลีโอไล์สสลายไปหมดแล้ว โครโมโซมทั้งหมดจะมาเรียงตัวกัน อยู่กลางเซลล์แต่ละโครโมโซมมี 2 โครมาทิด ระยะนี้เซนโทร เมียร์เริ่มแยกออกแต่ยังไม่หลุดออกจากกัน



4. **ระยะแอนาเฟส (anaphase)** เส้นใยสปินเดิลหดตัว และดึง เซนโทรเมียร์ให้โครมาทิดที่อยู่เป็นคู่แยกออกจากกันไปยังขั้ว เซลล์ตรงกันข้าม



5. **ระยะเทโลเฟส (telophase)** มีกลุ่มโครมาทิดที่แยกออกจาก กันแล้ว อยู่ขั้วเซลล์ทั้งสองข้างเกิดเยื่อหุ้มนิวเคลียสล้อมรอบโคร มาทิดทั้ง 2 กลุ่ม และเกิดนิวคลีโอไล์สใน 2 กลุ่มนั้นด้วย โครมา ทิดในระยะนี้ คือ โครโมโซม ดังนั้นในระยะนี้แต่ละเซลล์มี 2 นิวเคลียส แต่ละนิวเคลียสมีโครโมโซม เป็น  $2n$  เท่าเซลล์เดิม ถือ ว่าเป็นการเสร็จสิ้นการแบ่งนิวเคลียส

## 2. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (Meiosis)

ไมโอซิสเป็นการแบ่งนิวเคลียสของเซลล์ที่เจริญเป็นเซลล์สืบพันธุ์ทั้งในเซลล์พืชและ เซลล์สัตว์มีการ เปลี่ยนแปลง 2 ครั้ง ติดต่อกันหลังจากแบ่งเซลล์เสร็จแล้วได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ แต่ละเซลล์มีโครโมโซมเพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์แม่ โครโมโซมของเซลล์ใหม่แต่ละเซลล์จึงเป็น แฮพลอยด์ (haploid) หรือ  $n$  โครโมโซม คือมีโครโมโซมเพียงชุดเดียวเท่านั้น เป็นการแบ่งเซลล์ เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสครั้งแรกและครั้งที่สอง ประกอบด้วยระยะ ต่างๆ ดังนี้

### ก. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ครั้งที่ 1 (meiosis I) มีระยะต่างๆ ดังนี้



#### 1. ระยะอินเตอร์เฟส I (interphase I)

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระยะนี้มีการเตรียมสารต่างๆ เช่น โปรตีน เอนไซม์ เพื่อใช้ในระยะต่อไป จึงมีเมแทบอลิซึมสูง มีนิวเคลียสใหญ่ มีการจำลองโครโมโซมใหม่แบบซิดกับโครโมโซมเดิม และเหมือนเดิมทุกประการ โครโมโซมเป็นเส้นบางยาวๆ พันกันเป็นกลุ่มร่างแห



#### 2. ระยะโพรเฟส I (prophase I) ใช้เวลานาน

และซับซ้อนมากที่สุด มีเหตุการณ์ที่สำคัญ คือ

- 1.) โครโมโซมหดสั้นเป็นแท่งหนาขึ้น
- 2.) โครโมโซมคู่เหมือน (homologous chromosome) มาจับคู่กันเป็นคู่ๆ แนบชิดกัน เรียกไซแนปซิส (synapsis) คู่ของโครโมโซมแต่ละคู่เรียก ไบวาเลนต์ (bivalent) แต่ละโครโมโซมที่เข้าคู่กัน มี 2 โครมาทิด มีเซนโทรเมียร์ยึดไว้ ดังนั้น 1 ไบวาเลนต์มี 4 โครมาทิด
- 3.) โครมาทิดที่แนบชิดกันเกิดมีการไขว้กัน เรียก การไขว้เปลี่ยน (crossing over) ตำแหน่งที่ไขว้ทับกันเรียกไคแอสมา (chiasma)
- 4.) เซนทริโอลแยกไปยังขั้วเซลล์ทั้ง 2 ข้าง
- 5.) มีเส้นใยสปินเดิล ยึดเซนโทรเมียร์ของแต่ละโครโมโซม กับขั้วเซลล์
- 6.) โครโมโซมหดตัวสั้นและหนามากขึ้น

เยื่อหุ้มนิวเคลียสและนิวคลีโอลัสค่อยๆ สลายไป

#### 3. ระยะเมทาเฟส I (metaphase I) แต่ละ

ไบวาเลนต์ ของโครโมโซม มาเรียงอยู่กลางเซลล์ เยื่อหุ้มนิวเคลียสและ นิวคลีโอลัสสลายไปหมดแล้ว





**4.ระยะแอนาเฟส I (anaphase I)** โครโมโซมคู่เหมือน ที่จับคู่กัน ถูกแรงดึงจากเส้นใยสปินเดิล ให้แยกตัวออกจากกันไปยังขั้วเซลล์ที่อยู่ตรงข้าม การแยกนั้นแยกไปทั้งโครโมโซมที่มี 2 โครมาทิด และการแยกโครโมโซมนี้ มีผลทำให้การสลับชิ้นส่วนของโครมาทิดตรงบริเวณ ที่มีการไขว่เปลี่ยนช่วยทำให้เกิดการแปรผัน (variation) ของลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีประโยชน์ในแง่วิวัฒนาการจากการแยกกันของโครโมโซมไปยัง ขั้วเซลล์แต่ละข้างมีโครโมโซมเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม



**5.ระยะเทโลเฟส I (telophase I)** ในระยะนี้จะมีโครโมโซม 2 กลุ่มแต่ละกลุ่มจะมีจำนวนโครโมโซมเพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม แต่ละเซลล์มีโครโมโซมเป็นแฮพลอยด์

## ข. การแบ่งแบบไมโอซิส ครั้งที่ 2 (meiosis II) มีระยะต่างๆ ดังนี้

ไมโอซิสครั้งที่ 2 เกิดต่อเนื่องไปเลยไม่มีพักและผ่านระยะอินเทอร์เฟสไป ไม่มีการจำลองโครโมโซมใหม่อีก เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้



**1.ระยะโพรเฟส II (prophase II)** แต่ละโครโมโซมในนิวเคลียส แยกเป็น 2 โครมาทิด มีเซนโทรเมียร์ยึดไว้ เซนทริโอลแยกออกไป ขั้วเซลล์ทั้ง 2 ข้าง มีเส้นใยสปินเดิลยึดเซนโทรเมียร์กับขั้วเซลล์ เยื่อหุ้มนิวเคลียสและนิวคลีโอลัสสลายไป



**2.ระยะเมทาเฟส II (metaphase II)** โครโมโซมทั้งหมดมารวมอยู่กลางเซลล์





3.ระยะแอนาเฟส II (anaphase II) เส้นใยสปินเดิลหดตัวสั้นเข้าและดึงให้โครมาทิดของแต่ละโครโมโซมแยกออกจากกันไปขั้วเซลล์ตรงกันข้าม



4.ระยะเทโลเฟส II (terophase II) เกิดนิวเคลียส เยื่อหุ้มนิวเคลียสล้อมรอบโครมาทิดกลุ่มใหญ่ แต่ละโครมาทิดก็คือ โครโมโซม นั้นเอง เมื่อจบการแบ่งเซลล์ในระยะเทโลเฟส 2 แล้วได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ แต่ละเซลล์มีโครโมโซมเป็นแฮพลอยด์( n )

### การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสแตกต่างกันอย่างไร

ตารางแสดงความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส

การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
1. โดยทั่วไป เป็นการแบ่งเซลล์ของร่างกาย เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ เพื่อการเจริญเติบโต หรือการสืบพันธุ์ในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	1. โดยทั่วไปเป็นการแบ่งเซลล์ เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์
2. เริ่มจากเซลล์ 1 เซลล์ แบ่งครั้งเดียวได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์	2. เริ่มจาก 1 เซลล์ แบ่ง 2 ครั้ง ได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์
3. เซลล์ใหม่ที่เกิดขึ้น 2 เซลล์ สามารถแบ่งตัวแบบไมโทซิสได้อีก	3.เซลล์ใหม่ที่เกิดขึ้น 4 เซลล์ ไม่สามารถแบ่งตัวแบบไมโอซิสได้อีก แต่อาจแบ่งตัวแบบไมโทซิสได้
4. การแบ่งแบบไมโทซิส จะเริ่มเกิดขึ้นตั้งแต่ ระยะไซโกต และสืบเนื่องกันไปตลอดชีวิต	4. ส่วนใหญ่จะแบ่งไมโอซิส เมื่ออวัยวะสืบพันธุ์เจริญเต็มที่แล้ว
5. จำนวนโครโมโซม หลังการแบ่งจะเท่าเดิม (2n)	5. จำนวนโครโมโซม จะลดลงครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม (n)
6. ไม่มีไซแนปซิส ไม่มีไคแอสมา และไม่มี ครอสซิงโอเวอร์	6. เกิดไซแนปซิส ไคแอสมา และมักเกิด ครอสซิงโอเวอร์
7. ลักษณะของสารพันธุกรรม (DNA) และโครโมโซมในเซลล์ใหม่ ทั้งสองจะเหมือนกันทุกประการ	7. ลักษณะของสารพันธุกรรม และโครโมโซมในเซลล์ใหม่ อาจเปลี่ยนแปลง และแตกต่างกัน ถ้าเกิดครอสซิงโอเวอร์



### กิจกรรมท้ายบทที่ 3

1. โครงสร้างใดที่ทำหน้าที่สร้างพลังงานให้แก่เซลล์
  - ก. กอลจิบอดี
  - ข. ไรโบโซม
  - ค. ไมโทคอนเดรีย
  - ง. แวกคิวโอล
2. โครงสร้างใดที่เป็นแหล่งสะสมสารต่างๆซึ่งในเซลล์จะมีขนาดตามอายุของเซลล์
  - ก. กอลจิบอดี
  - ข. ไรโบโซม
  - ค. ไมโทคอนเดรีย
  - ง. แวกคิวโอล
3. โครงสร้างกอลจิบอดีมีหน้าที่ทำอะไร
  - ก. เป็นแหล่งสะสมสารต่างๆซึ่งในเซลล์จะมีขนาดตามอายุของเซลล์
  - ข. สร้างพลังงานให้แก่เซลล์
  - ค. สะสมโปรตีนเพื่อส่งออกนอกเซลล์
  - ง. พบทั้งในเซลล์พืชและสัตว์
4. โครงสร้างใดที่พบทั้งในเซลล์พืชและสัตว์
  - ก. กอลจิบอดี
  - ข. ไรโบโซม
  - ค. ไมโทคอนเดรีย
  - ง. แวกคิวโอล
5. พืชรักษาสมดุลสภาพของน้ำอย่างไร
  - ก. การคายน้ำ
  - ข. การดูดน้ำ
  - ค. ถูกทั้งข้อ ก.และ ข.
  - ง. ผิดทั้งข้อ ก.และ ข.

6. ข้อดีจากการคายน้ำของพืช
- ก. ช่วยให้พืชมีอุณหภูมิลดลง 2-3 องศา
  - ข. ช่วยให้พืชดูดน้ำและแร่ธาตุเข้าสู่รากได้
  - ค. ช่วยให้พืชลำเลียงน้ำและแร่ธาตุไปตามส่วนต่างๆของพืชได้
  - ง. ถูกต้องข้อ
7. อวัยวะใดของสัตว์ที่สำคัญในการรักษาอุณหภูมิของน้ำและสารต่างๆในร่างกาย
- ก. หัวใจ
  - ข. ปอด
  - ค. ตับ
  - ง. ไต
8. มนุษย์มีการรักษาสมดุลภาพของกรด-เบส ในร่างกายอย่างไร
- ก. การเพิ่มหรือลดอัตราการหายใจ
  - ข. ระบบบัฟเฟอร์
  - ค. การควบคุมกรดและเบสไต
  - ง. ถูกทุกข้อ
9. การรักษาอุณหภูมิของสัตว์แบ่งออกเป็นกี่ประเภท
- ก. 2 ประเภท
  - ข. 3 ประเภท
  - ค. 4 ประเภท
  - ง. 5 ประเภท
10. การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีกี่แบบ
- ก. 2 แบบ
  - ข. 3 แบบ
  - ค. 4 แบบ
  - ง. 5 แบบ

## บทที่ 4

### พันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ

#### สาระสำคัญ

สิ่งมีชีวิตย่อมมีลักษณะเฉพาะของแต่ละสปีชีส์ สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันย่อมมีความแตกต่างกันน้อยกว่าสิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์ ความแตกต่างเหล่านี้เป็นผลจากพันธุกรรมที่ต่างกัน สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีลักษณะคล้ายกัน ซึ่งความแตกต่างเหล่านี้ ก่อให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต หรือความหลากหลายทางชีวภาพ

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายกระบวนการถ่ายทอดทางพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม การผ่าเหล่า และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ
2. อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมได้
3. อธิบายความหลากหลายทางชีวภาพและการจัดหมวดหมู่สิ่งมีชีวิตได้

#### ขอบข่ายเนื้อหา

เรื่องที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

เรื่องที่ 2 ความหลากหลายทางชีวภาพ

## บทที่ 4

### พันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ

#### การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

##### เรื่องที่ 1 ลักษณะทางพันธุกรรม

ลักษณะทางพันธุกรรม หมายถึง ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ โดยผ่านทางเซลล์ ลักษณะทางพันธุกรรม ได้แก่ ลักษณะสีนัยน์ตา สีผม สีผิว ความสูง น้ำหนักตัว สติปัญญา สีของดอกไม้ ความถนัด ฯลฯ

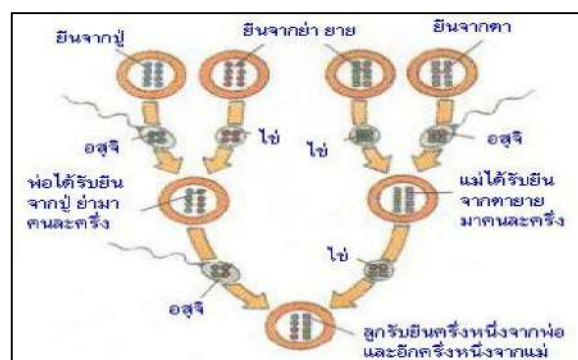


ลูกแมวได้รับการถ่ายทอดพันธุกรรมจากพ่อแม่



ผลไม้ชนิดต่างๆ

สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันยังมีลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น คนมีรูปร่างหน้าตา กิริยาท่าทาง เสียงพูดไม่เหมือนกัน เราจึงบอกได้ว่าเป็นใคร แม้ว่าจะเป็นฝาแฝดร่วมไข่ที่คล้ายกันมาก เมื่อพิจารณาจริงๆแล้วจะไม่เหมือนกันลักษณะของสิ่งมีชีวิต เช่น รูปร่าง สีผิว สีและกลิ่นของดอกไม้ รสชาติของผลไม้ ลักษณะเหล่านี้สามารถมองเห็นและสังเกตได้ง่ายแต่ลักษณะของสิ่งมีชีวิตบางอย่างสังเกตได้ยาก ต้องใช้วิธีซับซ้อนในการสังเกต เช่น หมู่เลือด สติปัญญา เป็นต้น



การถ่ายทอดทางพันธุกรรม



## ความแปรผันของลักษณะทางพันธุกรรม (genetic variation)

ความแปรผันของลักษณะทางพันธุกรรม (genetic variation) หมายถึง ลักษณะที่แตกต่างกัน เนื่องจากพันธุกรรมที่ไม่เหมือนกัน และสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกได้ โดยลูกจะได้รับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมาจากพ่อครึ่งหนึ่งและได้รับจากแม่อีกครึ่งหนึ่ง

ความแปรผันของลักษณะทางพันธุกรรม แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. ลักษณะที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่อง (continuous variation) เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ชัดเจน เช่น ความสูง น้ำหนัก โครงสร้าง สีผิว เป็นต้น
2. ลักษณะที่มีความแปรผันแบบไม่ต่อเนื่อง (discontinuous variation) เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่สามารถแยกความแตกต่างได้ชัดเจน เช่น ลักษณะหมู่เลือด ลักษณะเส้นผม ความถนัดของมือ จำนวนชั้นของหนังตา เป็นต้น



รูปภาพลักษณะการแปรผันต่อเนื่อง



รูปภาพลักษณะการแปรผันไม่ต่อเนื่อง



## การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุศาสตร์

เกรเกอร์ เมนเดล (Gregor Mendel) "บิดาแห่งวิชาพันธุศาสตร์" เป็นบาทหลวงชาวออสเตรีย ได้ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมลักษณะภายนอกของถั่วลันเตา แต่เมนเดลได้เลือกศึกษาเพียง 7 ลักษณะ โดยแต่ละลักษณะนั้นมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน เช่น ต้นสูงกับต้นเตี้ย ลักษณะเมล็ดกลมกับเมล็ดขรุขระถั่วที่เมนเดลนำมาใช้เป็นพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์นั้นเป็นพันธุ์แท้ทั้งคู่ โดยการนำต้นถั่วลันเตาแต่ละสายพันธุ์มาปลูกและผสมภายใน

ดอกเดียวกัน เมื่อต้นถั่วลันเตาออกฝัก นำเมล็ดแก่ไปปลูกจากนั้นรอจนกระทั่ง ต้นถั่วลันเตาเจริญเติบโต จึงคัดเลือกต้นที่มีลักษณะเหมือนพ่อแม่นำมาผสมพันธุ์ต่อไปด้วย วิธีการเช่นเดียวกับครั้งแรกทำเช่นนี้ต่อไปอีกหลาย ๆ รุ่น จนได้เป็นต้นถั่วลันเตาพันธุ์แท้ที่มีลักษณะเหมือนพ่อแม่ทุกประการ

จากการผสมพันธุ์ระหว่างต้นถั่วลันเตาที่มีลักษณะแตกต่างกัน 7 ลักษณะ เมนเดลได้ผลการทดลองดังตาราง

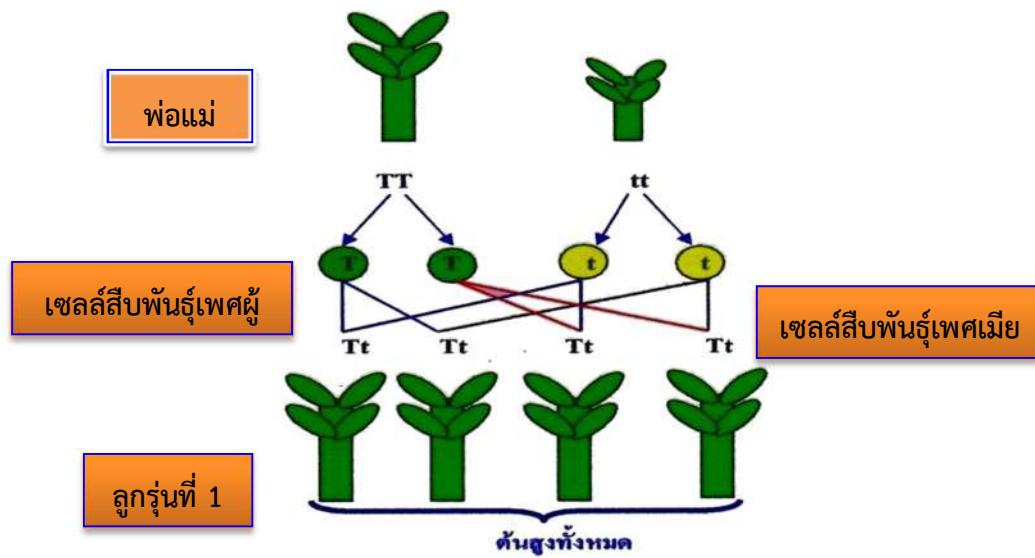
ตารางแสดงผลการทดลองของเมนเดล

ลักษณะของพ่อแม่ที่ใช้ผสม	ลักษณะที่ปรากฏ	
	ลูกรุ่นที่ 1	ลูกรุ่นที่ 2
เมล็ดกลม X เมล็ดขรุขระ	เมล็ดกลมทุกต้น	เมล็ดกลม 5,474 เมล็ด เมล็ดขรุขระ 1,850 เมล็ด
เมล็ดสีเหลือง X เมล็ดสีเขียว	เมล็ดสีเหลืองทุกต้น	เมล็ดสีเหลือง 6,022 ต้น เมล็ดสีเขียว 2,001 ต้น
ฝักอวบ X ฝักแฟบ	ฝักอวบทุกต้น	ฝักอวบ 882 ต้น ฝักแฟบ 229 ต้น
ลักษณะของพ่อแม่ที่ใช้ผสม	ลักษณะที่ปรากฏ	
	ลูกรุ่นที่ 1	ลูกรุ่นที่ 2
ฝักสีเขียว X ฝักสีเหลือง	ฝักสีเขียวทุกต้น	ฝักสีเขียว 428 ต้น ฝักสีเหลือง 152 ต้น
ดอกเกิดที่ลำต้น X ดอกเกิดที่ยอด	ดอกเกิดที่ลำต้นทุกต้น	ดอกเกิดที่ลำต้น 651 ต้น ดอกเกิดที่ยอด 207 ต้น
ดอกสีม่วง X ดอกสีขาว	ดอกสีม่วงทุกต้น	ดอกสีม่วง 705 ต้น ดอกสีขาว 224 ต้น
ต้นสูง X ต้นเตี้ย	ต้นสูงทุกต้น	ต้นสูง 787 ต้น ต้นเตี้ย 277 ต้น

X หมายถึง การผสมพันธุ์

เมนเดลเรียกลักษณะต่าง ๆ ที่ปรากฏในลูกรุ่นที่ 1 เช่น เมล็ดกลมต้นสูง เรียกว่า **ลักษณะเด่น** (dominance) ส่วนลักษณะที่ไม่ปรากฏในรุ่นลูกที่ 1 แต่กลับปรากฏในรุ่นที่ 2 เช่น เมล็ดขรุขระ ลักษณะต้นเตี้ย เรียกว่า **ลักษณะด้อย** (recessive)

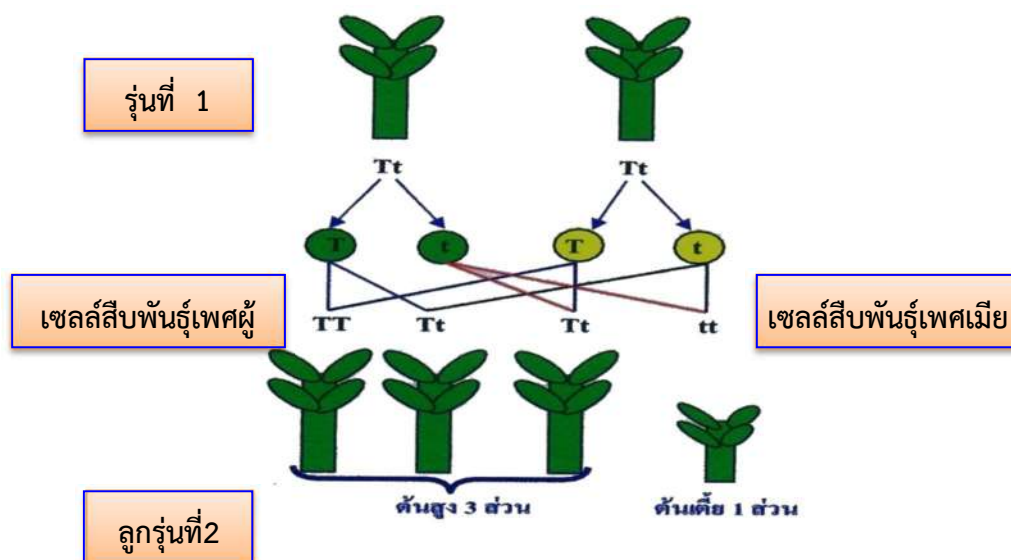
จากสัญลักษณ์ตัวอักษรภาษาอังกฤษ (TT แทนต้นสูง, tt แทนต้นเตี้ย) แทนยีนที่กำหนดเขียนแผนภาพแสดงยีนที่ควบคุมลักษณะ และผลของการถ่ายทอดลักษณะในการผสมพันธุ์ระหว่างถั่วลันเตาต้นสูงกับถั่วลันเตาต้นเตี้ย และการผสมพันธุ์ระหว่างลูกรุ่นที่ 1 ได้ดังแผนภาพ



ผลของการผสมพันธุ์ระหว่างถั่วลันเตาต้นสูงกับถั่วลันเตาต้นเตี้ย

ในลูกรุ่นที่ 1 เมื่อยีน T ที่ควบคุมลักษณะต้นสูงซึ่งเป็นลักษณะเด่น เข้าคู่กับยีน t ที่ควบคุมลักษณะต้นเตี้ยซึ่งเป็นลักษณะด้อย ลักษณะที่ปรากฏจะเป็นลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนเด่น ดังจะเห็นว่าลูกในรุ่นที่ 1 มีลักษณะต้นสูงทั้งหมด





ผลการผสมระหว่างลูกรุ่นที่ 1

### กฎการถ่ายทอดทางพันธุศาสตร์ของเมนเดล

**กฎข้อที่ 1** กฎแห่งการแยกตัว (LAW OF SEGREGATION) “สิ่งที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศมีอยู่เป็นคู่ๆ แต่ละคู่จะแยกจากกัน ในระหว่างการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ทำให้เซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์มีหน่วยควบคุมลักษณะนี้เพียง 1 หน่วยและจะกลับมาเข้าคู่อีกเมื่อเซลล์สืบพันธุ์ผสมกัน” ลักษณะที่ปรากฏออกมาจะได้ลักษณะเด่นและลักษณะด้อยปรากฏออกมาเป็นอัตราส่วนเด่น : ด้อย = 3 : 1

**กฎข้อที่ 2** กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ (LAW OF INDEPENDENT ASSORTMENT) “ในเซลล์สืบพันธุ์จะมีการรวมกลุ่มของหน่วยพันธุกรรม ของลักษณะต่างๆ การรวมกลุ่มเหล่านี้เป็นไปได้อย่างอิสระ จึงทำให้เราสามารถทำนายผลที่เกิดขึ้นในรุ่นลูกและรุ่นหลาน” อัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 1



### ลักษณะทางพันธุศาสตร์

1. ลักษณะเด่น (Dominance) คือ ลักษณะที่ปรากฏออกมาในรุ่นลูกหรือรุ่นต่อ ๆ ไป
2. ลักษณะด้อย (Recessive) คือ ลักษณะที่ไม่มีโอกาสปรากฏในรุ่นต่อไป
3. พันธุ์แท้ (Homozygous) คือ ลักษณะเด่นหรือด้อยเพียงอย่างเดียวมีคู่ยีนที่เหมือนกัน เช่น TT หรือ tt
4. พันธุ์ทาง (Heterozygous) คือ ลักษณะเด่นหรือด้อยอยู่ด้วยกันและลักษณะที่ปรากฏออกมาจะเป็นลักษณะมีคู่ยีน เช่น Tt
5. จีโนไทป์ (Genotype) คือ ลักษณะหรือแบบแผนของยีนที่ควบคุมลักษณะ
6. ฟีนโนไทป์ (Phenotype) คือ ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่ปรากฏออกมา เนื่องจากยีนและสิ่งแวดล้อม

### หน่วยพันธุกรรม

#### โครโมโซมของสิ่งมีชีวิต

**โครโมโซม** (chromosome) คือ สารพันธุกรรมในร่างกายมนุษย์เป็นตัวกำหนดลักษณะต่างๆซึ่งหน่วยพื้นฐานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต คือ เซลล์มีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ นิวเคลียส ไซโทพลาสซึมและเยื่อหุ้มเซลล์ ภายในนิวเคลียสมีโครงสร้างที่สามารถติดสีได้ เรียกว่า โครโมโซม และพบว่าโครโมโซมมีความเกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดหรือสปีชีส์ (species) จะมีจำนวนโครโมโซมคงที่ ดังแสดงในตาราง

#### ตารางจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตบางชนิด

ชนิดของสิ่งมีชีวิต	จำนวน	
	ในเซลล์ร่างกาย ( แท่ง )	ในเซลล์สืบพันธุ์ ( แท่ง )
แมลงหวี่	8	4
ถั่วลิ้นเต่า	14	7
ข้าวโพด	20	10
ข้าว	24	12
อ้อย	80	40
ปลากัด	42	21
คน	46	23

ชนิดของสิ่งมีชีวิต	จำนวน	
	ในเซลล์ร่างกาย ( แท่ง )	ในเซลล์สืบพันธุ์ ( แท่ง )
ชิมแพนซี	48	24
ไก่	78	39
แมว	38	19

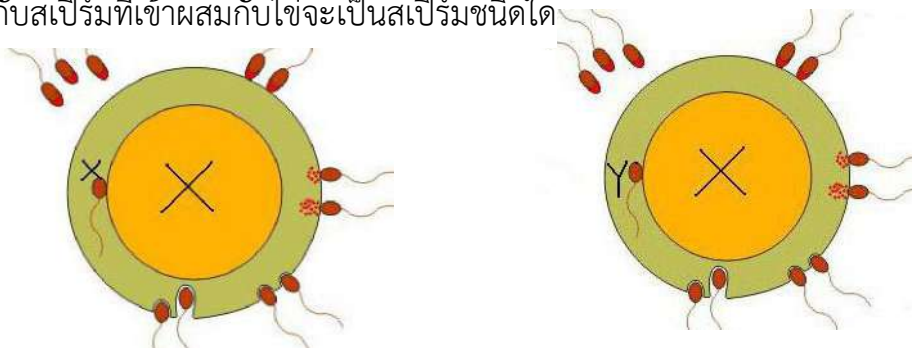
โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของคน 46 แท่ง นำมาจัดคู่ได้ 23 คู่ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. ออโตโซม ( Autosome ) คือ โครโมโซม 22 คู่ ( คู่ที่ 1 - 22 ) ที่เหมือนกันทั้งเพศหญิงและเพศชาย

2. โครโมโซมเพศ ( Sex Chromosome ) คือ โครโมโซมอีก 1 คู่ ( คู่ที่ 23 ) ในเพศหญิงและเพศชายจะต่างกัน เพศหญิงมีโครโมโซมเพศแบบ XX ส่วนเพศชายมีโครโมโซมเพศแบบ XY โดยโครโมโซม Y จะมีขนาดเล็กกว่าโครโมโซม X

#### การเกิดเพศหญิงเพศชาย

เซลล์เพศที่ถูกสร้างขึ้นมาจากแต่ละเซลล์จะมีโครโมโซมเพศเพียงชุดเดียวโดยที่เซลล์สืบพันธุ์เพศชาย (สเปิร์ม) จะมีเซลล์สืบพันธุ์ซึ่งมีโครโมโซม 2 ชนิด คือ  $22+X$  หรือ  $22+Y$  ส่วนเซลล์สืบพันธุ์ของเพศหญิงจะมีโครโมโซมได้เพียงชนิดเดียวคือ  $22+X$  ดังนั้นโอกาสในการเกิดทารกเพศหญิง (โครโมโซม  $44+XX$ ) หรือทารกเพศชาย (โครโมโซม  $44+XY$ ) จึงเท่ากันขึ้นอยู่กับสเปิร์มที่เข้าผสมกับไข่จะเป็นสเปิร์มชนิดใด



การเกิดเพศหญิงโครโมโซมเพศเป็น x และ x      การเกิดเพศชายโครโมโซมเพศเป็น x และ y

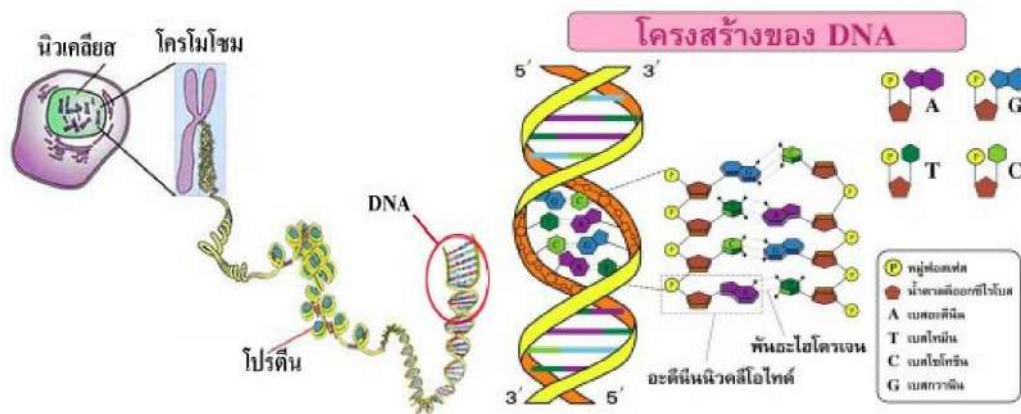
ที่มา <http://www.thaigoodview.com/>



## ยีนและDNA

ยีน (gene) คือ หน่วยพันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ จากพ่อแม่โดยผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์ไปยังลูกหลาน ยีนจะอยู่เป็นคู่บนโครโมโซม โดยยีนแต่ละคู่จะควบคุมลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมเพียงลักษณะหนึ่งเท่านั้น เช่น ยีนควบคุมลักษณะสีผิว ยีนควบคุมลักษณะลักยิ้ม ยีนควบคุมลักษณะจำนวนชั้นตา เป็นต้น

ภายในยีนพบว่ามีสารเคมีที่สำคัญชนิดหนึ่งคือ DNA ซึ่งย่อมาจาก Deoxyribonucleic acid ซึ่งเป็นสารพันธุกรรมพบในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นพืช สัตว์ หรือแบคทีเรียซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เป็นต้น DNA เกิดจากการต่อกันเป็นเส้นโมเลกุลย่อยเป็นสายคล้ายบันไดเวียน ปกติจะอยู่เป็นเกลียวคู่



ที่มา <http://www.student.chula.ac.th/>

## ดีเอ็นเอเป็นสารพันธุกรรมที่อยู่ภายในโครโมโซมของสิ่งมีชีวิต

ในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีปริมาณ DNA ไม่เท่ากัน แต่ในสิ่งมีชีวิตเดียวกันแต่ละเซลล์มีปริมาณ DNA เท่ากัน ไม่ว่าจะเป็นเซลล์กล้ามเนื้อ หัวใจ ตับ เป็นต้น

ตารางแสดงจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตบางชนิด

สิ่งมีชีวิต	จำนวนโครโมโซม	
	เซลล์ร่างกาย (แท่ง)	เซลล์สืบพันธุ์ (แท่ง)
1. ถั่วลิสงเตา	14	7
2. ข้าวโพด	10	5
3. ข้าว	24	12
4. มะเขือเทศ	24	12
5. แมลงหวี่	8	4
6. แมลงวัน	12	6
7. สุนัข	78	39
8. ปลา กัด	42	21
9. ชิมแพนซี	48	24
10. คน	46	23
11. ไก่	78	39
12. หนู	42	21



ความผิดปกติของโครโมโซมและยีน

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกัน อันเป็นผลจากการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม แต่ในบางกรณีพบบุคคลที่มีลักษณะบางประการผิดไปจากปกติเนื่องจากความผิดปกติของโครโมโซมและยีน

ความผิดปกติทางพันธุกรรมที่เกิดในระดับโครโมโซมเช่น ผู้ป่วยกลุ่มอาการดาวน์มีจำนวนโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินกว่าปกติ คือมี 3 แท่ง ส่งผลให้มีความผิดปกติทางร่างกาย เช่น

ตาซีขึ้น ลิ้นจุกปาก ตั้งจมูกแบน นิ้วมือสั้นป้อม และมีการพัฒนาทางสมองช้า **กลุ่มอาการครีดูซาร์ด** เกิดจากแขนโครโมโซมคู่ที่ 5 หายไป 1 โครโมโซม ลักษณะที่พบ คือ มีศีรษะเล็กกว่าปกติ หน้ากลม ใบหูต่ำกว่าปกติ ตาห่าง มีอาการปัญญาอ่อน ลักษณะที่เด่นชัดในกลุ่มอาการนี้คือ มีเสียงร้องแหลมเล็กคล้ายเสียงแมวร้อง



ก. กลุ่มผู้ป่วยอาการดาวน์

ข. เด็กที่มีอาการครีดูซาร์ด

ที่มา trisomy21. On-line. 2008

ที่มา [wttp://www.childrenhospital.go.th](http://www.childrenhospital.go.th)



ค. ผู้ป่วยที่เป็นโรคธาลัสซีเมีย

ที่มา ธาลัสซีเมีย. ออนไลน์. 2551)



ง. ภาพพิการ

ที่มา [th.wikipedia.org/wiki/](http://th.wikipedia.org/wiki/)



**ความผิดปกติทางพันธุกรรมที่เกิดในระดับยีน** เช่น โรคธาลัสซีเมีย เกิดจากความผิดปกติของยีนที่ควบคุมการสร้างฮีโมโกลบิน ผู้ป่วยมีอาการซีด ตาเหลือง ผิวน้ำเหลือง ร่างกายเจริญเติบโตช้า และติดเชื้อง่าย

ตาบอดสี เป็นความผิดปกติทางพันธุกรรมในระดับยีน ผู้ที่ตาบอดสีจะมองเห็นสีบางชนิด เช่น สีเขียว สีแดง หรือสีน้ำเงินผิดไปจากความเป็นจริงคนที่ตาบอดสีส่วนใหญ่ มักได้รับการถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากพ่อแม่หรือบรรพบุรุษ แต่คนปกติสามารถเกิดตาบอดสีได้ถ้าเซลล์เกี่ยวกับการรับสีภายในตาได้รับความกระทบกระเทือนอย่างรุนแรง ดังนั้นคนที่ตาบอดสีจึงไม่เหมาะแก่การประกอบอาชีพบางอาชีพ เช่น ทหาร แพทย์ พนักงานขับรถ เป็นต้น



### การกลายพันธุ์หรือการผ่าเหล่า (mutation)

เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิต ทำให้มีลักษณะแตกต่างไปจากเดิมบางกรณีมีผลต่อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ทำให้สิ่งมีชีวิตรุ่นต่อไป มีลักษณะเปลี่ยนไป และอาจทำให้เกิดชนิดพันธุ์ใหม่ขึ้นได้

**ชนิดของการกลายพันธุ์** จำแนกเป็น 2 แบบ คือ

1. การกลายพันธุ์ของเซลล์ร่างกาย (Somatic Mutation) เมื่อเกิดการกลายพันธุ์ขึ้นกับเซลล์ร่างกายจะไม่สามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้

2. การกลายพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์ (Gemetic Mutation) เมื่อเกิดการกลายพันธุ์ขึ้นกับเซลล์สืบพันธุ์ ลักษณะที่กลายพันธุ์สามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้

**สาเหตุที่ทำให้เกิดการกลายพันธุ์** อาจเกิดขึ้นได้จาก 3 สาเหตุใหญ่ๆ คือ

1. การกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ การกลายพันธุ์แบบนี้พบได้ทั้งคน สัตว์ พืช มักจะเกิดในอัตราที่ต่ำมาก และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ค่อยเป็นค่อยไปซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้ทำให้เกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตใหม่ๆ เกิดขึ้นตามวันเวลา

2. การกลายพันธุ์ที่เกิดจากการกระตุ้นจากรังสี แสงแดดและสารเคมี รังสีจะทำให้เส้นสายโครโมโซมเกิดหักขาดทำให้ยีนเปลี่ยน สารเคมี เช่น สารโคลชิซิน (colchicine) ทำให้ชุดโครโมโซมเพิ่มขึ้นเพื่อให้พืชมีผลผลิตในเวลาไม่นาน

3. การจัดเรียงเบสในกระบวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ (DNA replication) ผิดพลาดมีผลทำให้เกิดการเพิ่มหรือลดจำนวนเบสในคู่สาย และทำให้เกิดการเลื่อนของสาย DNA

### การกลายพันธุ์เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต 2 ระดับ

1. การกลายพันธุ์ในระดับยีน เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเบส (A, T, C, G) หรือเปลี่ยนตำแหน่งลำดับการเรียงตัวของเบสในโมเลกุลของ DNA ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อไปถึงตำแหน่งการเรียงตัวของกรดอะมิโนในสายพอลิเพปไทด์ทำให้มีการสร้างโปรตีนขึ้นมาเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีไปจากเดิมหรือหมดสภาพการทำงานไป

2. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของโครโมโซม ในแต่ละโครโมโซมเป็นผลทำให้เกิดการสับเปลี่ยนตำแหน่งของยีนที่อยู่ ในรูปของโครโมโซมนั้นๆ การเปลี่ยนแปลงนี้อาจจะเกิดจากหลายสาเหตุดังนี้ การขาดหายไปของโครโมโซม การเพิ่มขึ้นมาของโครโมโซม การเปลี่ยนตำแหน่งทิศทางของโครโมโซม การย้ายสลับที่ของโครโมโซม

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ใช้ประโยชน์จากรังสีเพื่อเร่งอัตราการเกิดการกลายพันธุ์ โดยการนำส่วนต่างๆ ของพืชมาฉายรังสี เช่น การฉายรังสีแกมมา กับเนื้อเยื่อจากหน่อหรือเหง้าของพุทธรักษา ทำให้ได้พุทธรักษาสายพันธุ์ใหม่หลายสายพันธุ์ พืชกลายพันธุ์อื่นๆ ที่เกิดจากการฉายรังสีแกมมา ได้แก่ เบญจมาศและปทุมมาที่มีกลีบของดอกเปลี่ยนแปลงไป ชิงแดงมีใบลายและต้นเตี้ย เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่เกิดจากการกลายพันธุ์ก่อให้เกิดลักษณะใหม่ๆ ซึ่งต่างไปจากลักษณะเดิมที่มีอยู่และลักษณะดังกล่าวสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ ก่อให้เกิดสิ่งมีชีวิตรุ่นลูกที่มีพันธุกรรมหลากหลายแตกต่างกัน





## เรื่องที่ 2 ความหลากหลายทางชีวภาพ

**ความหลากหลายทางชีวภาพ** คือ การที่มีสิ่งมีชีวิตมากมายหลากหลายสายพันธุ์และชนิดอยู่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง

ความหลากหลายทางชีวภาพของโลกมีมากมายมหาศาลตลอดเวลา ความหลากหลายทางชีวภาพได้เกื้อหนุนให้ผู้คนดำรงชีวิตอยู่โดยมีอากาศและน้ำที่สะอาด มียารักษาโรค มีอาหาร เครื่องนุ่งห่ม เครื่องใช้ไม้สอยต่างๆ การสูญเสียชนิดพันธุ์ การสูญเสียระบบนิเวศ การสูญเสียพันธุกรรมไม่ได้เพียงแต่ทำให้โลกลดความร่ำรวยทางชีวภาพลง แต่ได้ทำให้ประชากรโลกสูญเสียโอกาสที่ได้อาศัยในสภาพแวดล้อมที่สวยงามและสะอาด สูญเสียโอกาสที่จะได้มียารักษาโรคที่ดี และสูญเสียโอกาสที่จะมีอาหารหล่อเลี้ยงอย่างพอเพียง



### ประเภทของความหลากหลายทางชีวภาพ

ความหลากหลายทางชีวภาพแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. **ความหลากหลายของชนิด (Species diversity)** เป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ เนื่องจากนักนิเวศวิทยาได้ศึกษาเกี่ยวกับกลุ่มสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ต่างๆ รวมถึงการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงกลุ่มของสิ่งมีชีวิตในเขตพื้นที่นั้นเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป

2. **ความหลากหลายทางพันธุกรรม (Genetic diversity)** เป็นส่วนที่มีความเกี่ยวเนื่องมาจากความหลากหลายของชนิดและมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อกลไกวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต การปรากฏลักษณะของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะถูกควบคุมโดยหน่วยพันธุกรรมหรือยีน และการปรากฏของยีนจะเกี่ยวข้องกับการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นดำรงชีวิตอยู่ได้ และมีโอกาสถ่ายทอดยีนนั้นต่อไปยังรุ่นหลัง และลักษณะหนึ่งลักษณะของสิ่งมีชีวิตคือจะมีหน่วยพันธุกรรมมากกว่าหนึ่งแบบ จึงทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีลักษณะบางอย่างต่างกัน

3. ความหลากหลายของระบบนิเวศ(Ecological diversity)หรือความหลากหลายของภูมิประเทศ (Landscape diversity) ในถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติมีลักษณะสภาพทางภูมิประเทศแตกต่างกันหลายแบบ



### การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต

อนุกรมวิธาน (Taxonomy) → วิชาที่เกี่ยวกับการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต

### ประโยชน์ของอนุกรมวิธาน

เนื่องจากสิ่งมีชีวิตมีจำนวนมาก แต่ละชนิดก็มีลักษณะแตกต่างกันออกไป จึงทำให้เกิดความไม่สะดวกต่อการศึกษา จึงจำเป็นต้องจัดแบ่งสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่ซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ คือ

1. เพื่อความสะดวกที่จะนำมาศึกษา
2. เพื่อสะดวกในการนำมาใช้ประโยชน์
3. เพื่อเป็นการฝึกทักษะในการจัดจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่

### หลักเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่ มีดังนี้


1. พิจารณาเปรียบเทียบทั้งภายในและภายนอกของสิ่งมีชีวิตว่ามีความเหมือนหรือคล้ายกันเพียงใด ถ้าโครงสร้างที่มีต้นกำเนิดเดียวกัน แม้จะทำหน้าที่ต่างกันก็จัดไว้เป็นพวกเดียวกัน เช่น กระดุกแขนของมนุษย์ กระดุกครีบของปลาวาฬ ปีกนก ขาคู่หน้าของสัตว์สี่เท้า ถ้าเป็นโครงสร้างที่มีต้นกำเนิดต่างกัน แม้จะทำหน้าที่เหมือนกันก็จัดไว้คนละพวก เช่น ปีกนก และปีกแมลง

2. พิจารณาจากแบบแผนการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ตั้งแต่แรกโดยอาศัยหลักที่ว่า สิ่งมีชีวิตที่มีความสัมพันธ์กันมากเพียงใดย่อมมีวิธีการเจริญคล้ายกันมากเพียงนั้น


3. ซากดึกดำบรรพ์ การศึกษาซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตทำให้ทราบบรรพบุรุษของสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันได้ และสิ่งมีชีวิตที่มีบรรพบุรุษร่วมกันก็จัดอยู่พวกเดียวกัน เช่น การจัดเอานกและสัตว์เลื้อยคลานไว้ในพวกเดียวกัน เพราะจากการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ ของเทอราโนดอน (Pteranodon) ซึ่งเป็นสัตว์เลื้อยคลานที่บินได้ และซากของอาร์เคออปเทอริกซ์ (Archaeopteryx)

ซึ่งเป็นนกโบราณชนิดหนึ่งมีขากรรไกรยาว มีฟัน มีปีก มีนิ้ว ซึ่งเป็นลักษณะของสัตว์เลื้อยคลาน จากการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่านกมีวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษที่เป็น สัตว์เลื้อยคลาน

4. พิจารณาถึงกระบวนการเคมีและสรีระวิทยาของสิ่งมีชีวิตที่มีความเกี่ยวข้องหรือ คล้ายคลึงกันอย่างไรรวมถึงศึกษาถึงการถ่ายทอดกรรมพันธุ์ ได้แก่ พลาสติกและ สารโปรตีนที่เซลล์สร้างขึ้น

ลำดับภา  มู่ของสิ่งมีชีวิต

↳ อาณาจักร ( Kingdom )

↳ หมวด ( Division ) ในพืช  ในสัตว์

↳ ชั้น ( Class )

↳ อันดับ ( Order )

↳ วงศ์ ( Family )

↳ สกุล ( Genus )

↳ ชนิด ( Species )



### ชื่อของสิ่งมีชีวิต

ชื่อของสิ่งมีชีวิตมีการตั้งขึ้นเพื่อใช้เรียก หรือระบุสิ่งมีชีวิต การตั้งชื่อสิ่งมีชีวิตมี 2 แบบ คือ

#### 1. ชื่อสามัญ ( Common name )

เป็นชื่อของสิ่งมีชีวิตตั้งขึ้นเพื่อใช้เรียกสิ่งมีชีวิตแตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่น เช่น ฝรั่ง ภาคเหนือ ลำปาง เรียก บ่ามัน ลำพูนเรียก บ่าก้วย ภาคกลางเรียกฝรั่ง ภาคใต้เรียกชมพู ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียก บักสีดา ฉะนั้นการเรียกชื่อสามัญอาจทำให้เกิดความสับสน

ได้ง่าย การตั้งชื่อสามัญ มักมีหลักเกณฑ์ในการตั้งชื่อ ได้แก่ ตั้งตามลักษณะรูปร่าง เช่น สาหร่ายหางกระรอก ว่านหางจระเข้ ตั้งตามถิ่นกำเนิด เช่น ผักตบชวา ยางอินเดีย กกยิปต์ ตั้งตามที่อยู่ เช่น ดาวทะเล ทากบก ตั้งตามประโยชน์ที่ได้รับ เช่น หอยมุก

## 2. ชื่อวิทยาศาสตร์ ( Scientific name )

เป็นชื่อเพื่อใช้เรียกสิ่งมีชีวิตที่กำเนิดขึ้นตามหลักสากล ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกรู้จัก คาโรลัส ลินเนียส นักธรรมชาติวิทยา ชาวสวีเดน เป็นผู้ริเริ่มในการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ให้กับสิ่งมีชีวิต โดยกำหนดให้สิ่งมีชีวิตประกอบด้วยชื่อ 2 ชื่อ ชื่อแรกเป็นชื่อ “จีนัส” ชื่อหลังเป็นคำระบุชนิดของสิ่งมีชีวิต คือชื่อ “สปีชีส์” การเรียกชื่อซึ่งประกอบด้วยชื่อ 2 ชื่อ เรียกว่า “การตั้งชื่อแบบทวินาม”

### หลักการตั้งชื่อ

1. เป็นภาษาละติน (ภาษาละตินเป็นภาษาที่ตายแล้ว ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้)
2. การเขียน หรือพิมพ์ชื่อวิทยาศาสตร์ เขียนด้วยอักษรภาษาอังกฤษ ชื่อแรกให้ขึ้นต้นด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ ชื่อหลังให้ขึ้นต้นด้วยภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็ก เขียนได้ 2 แบบ ถ้าเขียน หรือพิมพ์ด้วยตัวเอนไม่ต้องขีดเส้นใต้ เช่น ชื่อวิทยาศาสตร์ของคน *Homo sapiens* ถ้าเขียน หรือพิมพ์ด้วยไม้ขีดตัวเอนต้องขีดเส้นใต้ชื่อ 2 ชื่อ โดยเส้นที่ขีดเส้นใต้ทั้งสองไม่ติดต่อกัน Homo sapiens
3. อาจมีชื่อย่อของผู้ตั้งชื่อหรือผู้ค้นพบตามหลังด้วยก็ได้ เช่น *Passer montanus* Linn.
4. ชื่อวิทยาศาสตร์อาจเปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีการค้นพบรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตนั้นเพิ่มเติมภายหลัง

### การตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ อาจตั้งโดยการพิจารณาจากสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต

1. สภาพที่อยู่อาศัย ผักบุง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ipomoea aquatica* ชื่อ *aquatica* มาจากคำว่า *aquatic* ซึ่งหมายถึง น้ำ
2. ถิ่นที่อยู่หรือถิ่นกำเนิด มะม่วง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Mangifera indica* ชื่อ *indica* มาจากคำว่า *India* ซึ่งเป็นต้นไม้ที่มีต้นกำเนิดอยู่ในประเทศอินเดีย
3. ลักษณะเด่นบางอย่าง กุหลาบสีแดง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Rosa rubra* ชื่อ *rubra* หมายถึง สีแดง

4. ชื่อบุคคลที่ค้นพบ หรือชื่อผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น ต้นเสี้ยวเครือ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Bauhinia sanitwongsei* ชื่อ sanitwongsei เป็นชื่อที่ตั้งให้เป็นเกียรติแก่ผู้เกี่ยวข้องซึ่งเป็นนามสกุลของ ม.ร.ว. ใหญ่ สนิทวงศ์



### ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิตได้วิวัฒนาการแยกออกเป็นชนิดต่างๆ หลายชนิด โดยแต่ละชนิดมีลักษณะการดำรงชีวิตต่างๆ เช่น บางชนิดมีลักษณะง่ายๆ เหมือนชีวิตแรกเกิด บางชนิดมีลักษณะซับซ้อน บางชนิดดำรงชีวิตอยู่ในน้ำ บางชนิดดำรงชีวิตอยู่บนบก เป็นต้น ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในปัจจุบัน ตามแนวความคิดของ อาร์ เอช วิทเทเคอร์ (R.H. whittaker) จำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็น 5 อาณาจักร คือ

### การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็น 5 อาณาจักร





## 1. อาณาจักรมอเนอรา ( Kingdom Monera )

สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนอราเป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำ ในกลุ่มโพรคาริโอต ไม่มีเยื่อหุ้ม นิวเคลียส มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรนี้ได้แก่ สาหร่าย สีเขียวแกมน้ำเงิน และแบคทีเรีย ซึ่งมีรูปร่างต่างกันออกไป เช่น เป็นแท่ง กิ่งยาว กลม หรือต่อกันเป็นสายยาว แบคทีเรียบางชนิดทำให้เกิดโรค เช่น โรคบิด บาดทะยัก เรื้อน อหิวาตกโรค คอตีบ ไอกรณ บางชนิดพบในปมรากถั่วที่เรียกว่า ไรโซเบียม ( *Rhizobium sp.* ) สามารถนำไนโตรเจนจากอากาศไปสร้างไนเตรด ซึ่งเป็นธาตุอาหารสำคัญของพืช ส่วนสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ที่รู้จักคือ สไปรูลินา ( *Spirulina sp.* ) ซึ่งมีโปรตีนสูง ใช้ทำอาหารเสริม



## 2. อาณาจักรโพรทิสตา ( Kingdom Protista )

สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตา เป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่ม ยูคาริโอต มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ส่วนใหญ่เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรนี้มีทั้งประเภทชั้นต่ำ เซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ มีคลอโรพลาสต์ที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง ได้แก่ สาหร่าย ซึ่งพบในน้ำจืดและน้ำเค็ม บางชนิดไม่สามารถมองด้วยตาเปล่าต้องส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ เช่น อมีบา พารามีเซียม ยูกลีนา นอกจากนั้นยังพบสิ่งมีชีวิตที่เรียกว่า ราเมือก ซึ่งพบตามที่ชื้นแฉะ สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตาบางชนิดทำให้เกิดโรค เช่น พลาสโมเดียม ( *Plasmodium sp.* ) ทำให้เกิดโรคไข้มาลาเรีย สาหร่ายบางชนิดทำอาหารสัตว์ บางชนิดทำวุ้น เช่น สาหร่าย สีแดง



### 3. อาณาจักรฟังไจ ( Kingdom Fungi )

สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรฟังไจส่วนใหญ่เป็นสิ่งมีชีวิตที่ประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์ อาจมีเซลล์เดียว เช่น ยีสต์ที่ทำขนมปัง หรือใช้ในการหมักสุรา ไวน์ เบียร์ เป็นต้น บางชนิดมีหลายเซลล์ เช่น เห็ด มีการรวมตัวเป็นกลุ่มของเส้นใยหรืออัดแน่นเป็นกระจุก มีผนังเซลล์คล้ายพืช แต่ไม่มีคลอโรพลาสต์ สืบพันธุ์โดยการสร้างสปอร์ และดำรงชีวิตโดยการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยหลั่งน้ำย่อยออกมาย่อยอาหาร แล้วจึงดูดเอาโมเลกุลที่ถูกย่อยเข้าสู่เซลล์ ทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศ



### 4. อาณาจักรพืช ( Plantae )

สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่ประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อ และเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะอย่าง เช่น ราก ลำต้น ใบ มีคลอโรพลาสต์ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยอาศัยพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ จึงมีหน้าที่เป็นผู้ผลิตในระบบนิเวศ พบทั้งบนบกและในน้ำ โดยพืชชั้นต่ำจะไม่มีท่อลำเลียง ได้แก่ มอส พืชชั้นสูงจะมีท่อลำเลียง หวาย หน่อไม้ หล้า ถอดปล้อง ตีนตุ๊กแก เฟิร์น สน พรุง พืชใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว



### 5. อาณาจักรสัตว์ ( Kingdom Animalia )

สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรสัตว์ เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีเนื้อเยื่อซึ่งประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์ ไม่มีผนังเซลล์ ภายในเซลล์ไม่มีคลอโรพลาสต์ ต้องอาศัยอาหารจากการกินสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ดำรงชีวิตเป็นผู้บริโภคในระบบนิเวศ สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรนี้มีความสามารถในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า บางชนิดเคลื่อนที่ไม่ได้ เช่น ฟองน้ำ ปะการัง กัลปังหา เป็นต้น

## สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรสัตว์แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ได้แก่ ฟองน้ำ กัลปังหา แมงกะพรุน พยาธิต่าง ๆ ใส้เดือน หอย ปู แมลง หมึก ดาวทะเล

สัตว์มีกระดูกสันหลัง ได้แก่ ปลา สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์ปีก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม



## คุณค่าของความหลากหลายทางชีวภาพ

ความหลากหลายทางชีวภาพมีคุณค่าและความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ดังนี้

### 1. เป็นแหล่งปัจจัยสี่

ป่าไม้ซึ่งเป็นแหล่งรวมของความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นแหล่งอาหารของมนุษย์มาตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์ มนุษย์ได้อาศัยอาหารที่ได้จากป่า เช่น นำพืช สัตว์ เห็ด มาเป็นอาหาร หรือทำยารักษาโรค มนุษย์สร้างที่อยู่อาศัยจากต้นไม้ในป่า พืชบางชนิด เช่น ต้นฝ้าย นุ่น และไหม ใช้ทำเป็นเครื่องนุ่งห่ม เก็บฝืนมาทำเชื้อเพลิงเพื่อหุงหาอาหาร และให้ความอบอุ่น เมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นและมีเทคโนโลยีสูงขึ้น ทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพของป่าไม้ถูกทำลายลง มนุษย์ต้องการที่อยู่มากขึ้น มีการตัดไม้ทำลายป่าเพิ่มขึ้น เพื่อให้มีผลผลิตเพียงพอกับความต้องการของมนุษย์ ทำให้การเกษตรและการเลี้ยงสัตว์เพียงหนึ่งหรือสองชนิดได้เข้าไปแทนที่ความหลากหลายทางชีวภาพของป่าไม้

### 2. เป็นแหล่งความรู้

ป่าเป็นแหล่งรวมความหลากหลายทางชีวภาพเป็นแหล่งรวมพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต จึงเปรียบเสมือนห้องเรียนธรรมชาติ โดยเฉพาะความรู้ด้านชีววิทยา นอกจากนั้นยังเป็นแหล่งให้การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตทั้งหลายที่อยู่ในป่า ถ้าหากป่าหรือธรรมชาติถูกทำลายไป ความหลากหลายทางชีวภาพก็ถูกทำลายไปด้วย จะทำให้มนุษย์ขาดแหล่งเรียนรู้ที่สำคัญไปด้วย

### 3. เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ

ความหลากหลายทางชีวภาพก่อให้เกิดทัศนียภาพที่งดงาม แตกต่างกันไปตามสภาวะของภูมิอากาศ ในบริเวณที่ภูมิอากาศเหมาะสมแก่การอยู่อาศัยก็จะมีพรรณไม้นานาชนิด มีสัตว์



ป่า แมลง ผีเสื้อ ช่วยให้รู้สึกสดชื่น สบายตา ผ่อนคลายความตึงเครียด และนอกจากนี้ยังปรับปรุงให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์

### ความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทยและท้องถิ่น

สิ่งมีชีวิตในโลกนี้มีหลากหลายชนิด ในจำนวนนี้มีอยู่ในประเทศไทย ประมาณร้อยละ 7 ประเทศไทยมีประชากรเพียงร้อยละหนึ่ง ของประชากรโลก ดังนั้น เมื่อเทียบสัดส่วนกับจำนวนประชากร ประเทศไทยจึงนับว่ามีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตอย่างมาก สิ่งมีชีวิตในประเทศไทยมีหลากหลาย เนื่องจากมีสภาพทางภูมิศาสตร์ที่หลากหลายและแต่ละแหล่งล้วนมีปัจจัยที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต นับตั้งแต่ภูมิประเทศแถบชายฝั่งทะเล ที่ราบลุ่มแม่น้ำ ที่ราบลอนคลื่น และภูเขาที่มีความสูงหลากหลายตั้งแต่เนินเขาจนถึงภูเขาที่สูง ประเทศไทยจึงเป็นแหล่งของป่าไม้หลากหลายชนิด ได้แก่ ป่าชายเลน ป่าพรุ ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบ และป่าสนเขา

ในระยะเวลาที่ผ่านมาประเทศไทยสูญเสียพื้นที่ป่าเป็นจำนวนมาก เนื่องจากหลายสาเหตุ เช่น การเพิ่มของประชากรทำให้มีการบุกเบิกป่าเพิ่มขึ้น การให้สัมปทานป่าไม้ที่ขาดการควบคุมอย่างเพียงพอ การตัดถนนเข้าพื้นที่ป่า การเกษตรเชิงอุตสาหกรรม การแพร่ของเทคโนโลยีที่ใช้ทำลายป่าไม้ได้อย่างรวดเร็วส่งผลให้พืชและสัตว์สูญพันธุ์ รวมทั้งนก สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ สัตว์เลื้อยคลาน แมลง และสัตว์น้ำอีกเป็นจำนวนมากการทำลายป่าไม้ก่อให้เกิดวิกฤตการณ์ทางธรรมชาติเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แหล่งน้ำที่เคยอุดมสมบูรณ์ เริ่มลดน้อยลงเกิดปรากฏการณ์น้ำท่วมฉับพลัน ยังผลให้เกิดความเสียหายแก่เศรษฐกิจ บ้านเรือน และความปลอดภัยของชีวิตคนและสัตว์เป็นอันมาก



### การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของท้องถิ่น

การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของท้องถิ่น ทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. จัดระบบนิเวศให้ใกล้เคียงตามธรรมชาติ โดยฟื้นฟูหรือพัฒนาพื้นที่เสื่อมโทรมให้มีความหลากหลายทางชีวภาพไว้มากที่สุด

2. จัดให้มีศูนย์อนุรักษ์หรือพิทักษ์สิ่งมีชีวิตนอกถิ่นกำเนิด เพื่อเป็นที่พักพิงชั่วคราวที่ปลอดภัย ก่อนนำกลับไปสู่ธรรมชาติ เช่น สวนพฤกษศาสตร์ ศูนย์เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเค็ม

3. ส่งเสริมการเกษตรแบบไร่นาสวนผสม และใช้ต้นไม้ล้อมรั้วบ้านหรือแปลงเกษตร เพื่อให้มีพืชและสัตว์หลากหลายชนิดมาอาศัยอยู่ร่วมกัน ซึ่งเป็นการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพได้

#### กิจกรรมท้ายบทที่ 4

**คำชี้แจง :** ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวโดยทำเครื่องหมาย × ลงในช่องว่างที่ตรงกับตัวอักษรที่เลือกลงในกระดาษคำตอบ

1. ลักษณะในข้อใดที่เกิดจากการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
  - ก. เสือเป็นโจรเหมือนพ่อ
  - ข. พรมีลักษณะเหมือนแม่
  - ค. กมลชอบทานไก่ทอดเหมือนพ่อ
  - ง. แดงและแม่ป่วยเป็นโรคกระเพาะ
2. พันธุกรรม (Heredity) หมายถึงข้อใด
  - ก. สิ่งที่ได้รับการถ่ายทอดจากคนที่รู้จัก
  - ข. สิ่งที่ได้รับการถ่ายทอดจากบรรพบุรุษหรือจากรุ่นสู่รุ่น
  - ค. สิ่งที่ได้รับการถ่ายทอดจากบรรพบุรุษเพียงรุ่นเดียว
  - ง. ความผิดปกติของร่างกาย
3. ลักษณะทางพันธุกรรมของคนลักษณะใดต่อไปนี้เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่แปรผันแบบต่อเนื่อง
  1. สีผม 2. เส้นผม 3. ความสูง 4. หน้าตา 5. สติปัญญา 6. ตีงหู
  - ก. 2 , 4 , 6
  - ข. 1 , 2 , 3 , 4
  - ค. 1 , 3 , 5
  - ง. 3 , 4 , 5 , 6

4. ข้อใดกล่าวถึงคุณสมบัติของถั่วลันเตาที่ทำให้เมนเดลเลือกใช้ในการศึกษาทางด้าน

พันธุศาสตร์

1. เป็นพืชที่ปลูกง่าย และยังให้เมล็ดในปริมาณที่มากด้วย
  2. เป็นพืชที่มีลักษณะทางพันธุกรรมแตกต่างกันชัดเจนหลายลักษณะ
  3. เป็นพืชที่เกิด self- fertilized สามารถสร้างพันธุ์แท้ หรือเกิด cross-fertilized เพื่อสร้างลูกผสมได้ง่าย
5. เป็นพืชที่เกิดได้เฉพาะ cross – fertilizationซึ่งช่วยให้สามารถควบคุมการทดลองให้เป็นไปตามแผนได้
- ก. ข้อ 1 , 2 , 3
  - ข. ข้อ 1 , 2 , 4
  - ค. ข้อ 2 , 3 , 4
  - ง. ข้อ 1 , 2 , 3 , 4

6. ถ้าพ่อมีหมู่เลือด A มีจีโนไทป์  $I^A i$  แม่มีหมู่เลือด B มีจีโนไทป์  $I^B i$  ลูกมีหมู่เลือดใดได้บ้าง

- ก. เลือดหมู่ A , B และ O
- ข. เลือดหมู่ AB , B และ O
- ค. เลือดหมู่ AB , A และ O
- ง. เลือดหมู่ AB , A, B และ O

7. กำหนดให้ A คุณลักษณะเด่น a คุณลักษณะด้อย

$$\begin{array}{l} \text{ถ้าผสม } Aa \times Aa \\ \downarrow \\ AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1 \end{array}$$

ผลลัพธ์จากการผสมนี้แสดงว่า

- ก. ถ้ามีลูกจากการผสม 4 ตัว จะได้ลูก แสดง ลักษณะเด่น 3 ตัว และแสดงลักษณะด้อย 1 ตัว
- ข. จะมีโอกาสที่ลูกแสดงลักษณะเด่น  $3/4$  และลักษณะด้อย  $1/4$
- ค. จะได้ลูกชนิดจีโนไทป์เหมือนพ่อแม่  $3/4$
- ง. จะได้ลูกชนิดที่มีฟีโนไทป์เหมือนพ่อแม่  $1/2$

8. ลักษณะของสัตว์ในข้อใดเป็นที่จัดอยู่ในอาณาจักรเดียวกัน
- จระเข้ ปลาช่อน เต่า
  - ปลาหมึก ปลาตีน ม้าน้ำ
  - แม่เพรียง ปลิงทะเล ดอกไม้ทะเล
  - ลิง ค้างคาว ม้าลาย
9. ลักษณะในข้อใดเป็นลักษณะเฉพาะตัวของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก
- รูปร่างเรียวยาว ใช้เหงือกในการหายใจ ผิวหนังเป็นเกล็ด ออกลูกเป็นไข่
  - เป็นสัตว์เลือดอุ่น ใช้ปอดในการหายใจ ปฏิสนธิภายนอก วางไข่ในน้ำและเลี้ยงลูกด้วยนม
  - หายใจโดยใช้เหงือก ปอด หรือผิวหนัง ผิวหนังมีลักษณะเปียกชื้น วางไข่ในน้ำ
  - รูปร่างเรียวยาว ใช้เหงือกในการหายใจ ตัวอ่อนเจริญเติบโตอยู่ภายในตัวแม่
10. ข้อใดเป็นลักษณะเฉพาะตัวของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอาณาจักรพืช
- สืบพันธุ์โดยการสร้างสปอร์
  - เซลล์มีเยื่อหุ้มเซลล์
  - มีคลอโรพลาสต์
  - สืบพันธุ์ด้วยเมล็ด

## บทที่ 5

### เทคโนโลยีชีวภาพ

#### สาระสำคัญ

เทคโนโลยีชีวภาพ เป็นเทคโนโลยีที่นำเอาความรู้ทางชีววิทยามาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันแก่มนุษย์ตั้งแต่อดีต เช่น การผลิตขนมปัง น้ำส้มสายชู น้ำปลา ซีอิ๊ว และโยเกิร์ต เป็นต้น ซึ่งเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพทั้งสิ้น รวมถึงการผลิตยาปฏิชีวนะ ตลอดจนการปรับปรุงพันธุ์พืช และพันธุ์สัตว์ชนิดต่าง ๆ ในปัจจุบัน

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพ และประโยชน์ได้
2. อธิบายผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้
3. อธิบายบทบาทของภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพได้

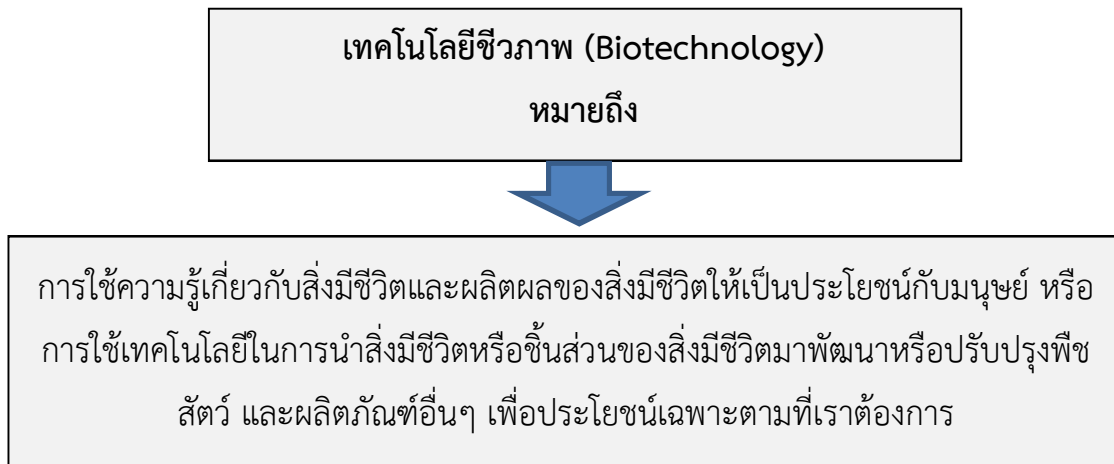
#### ขอบข่ายเนื้อหา

- เรื่องที่ 1 ความหมายและความสำคัญของเทคโนโลยีชีวภาพ
- เรื่องที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่อเทคโนโลยีชีวภาพ
- เรื่องที่ 3 เทคโนโลยีชีวภาพในชีวิตประจำวัน
- เรื่องที่ 4 ภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพ
- เรื่องที่ 5 ประโยชน์และผลกระทบของเทคโนโลยีชีวภาพ

## บทที่ 5

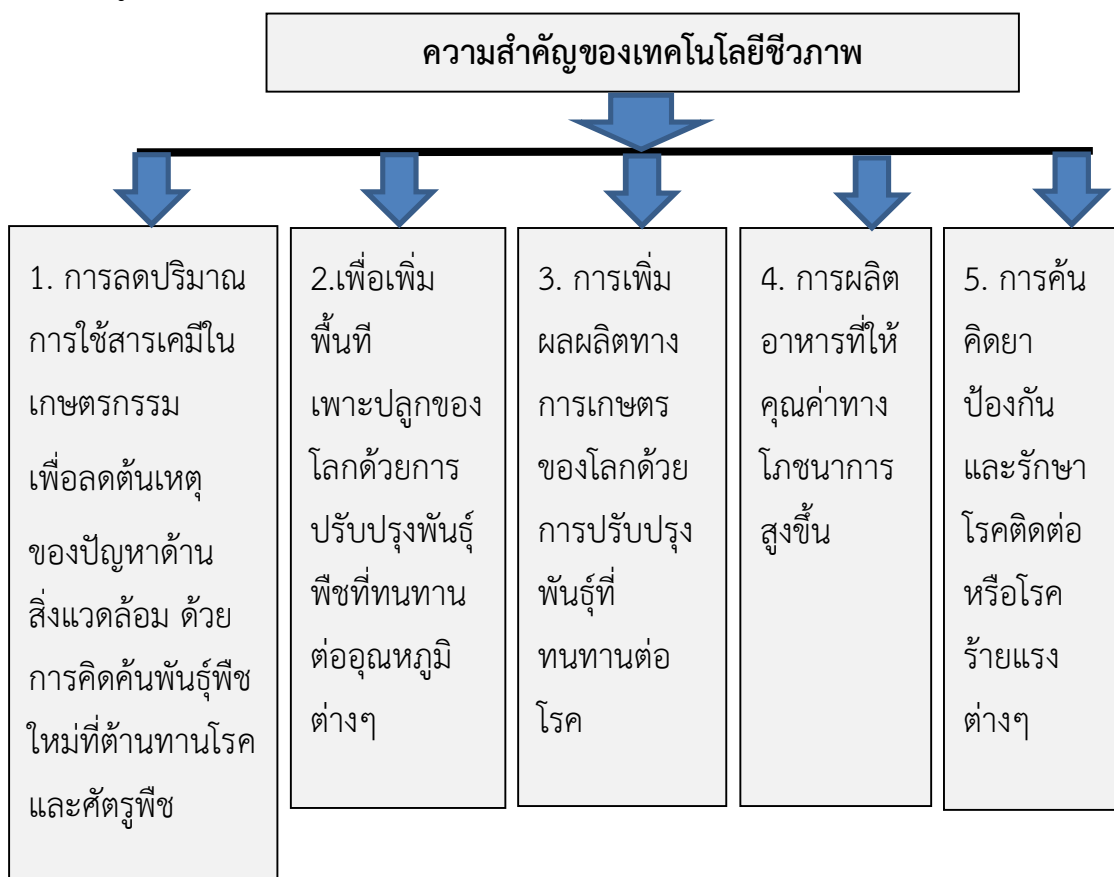
### เทคโนโลยีชีวภาพ

#### เรื่องที่ 1 ความหมายและความสำคัญของเทคโนโลยีชีวภาพ



#### ความสำคัญของเทคโนโลยีชีวภาพ

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ประโยชน์เพื่อหาทางแก้ปัญหาสำคัญที่โลกกำลังเผชิญอยู่ทั้งด้านการเกษตรกรรม อาหาร การแพทย์ และเภสัชกรรม ซึ่งมีความสำคัญ ดังนี้



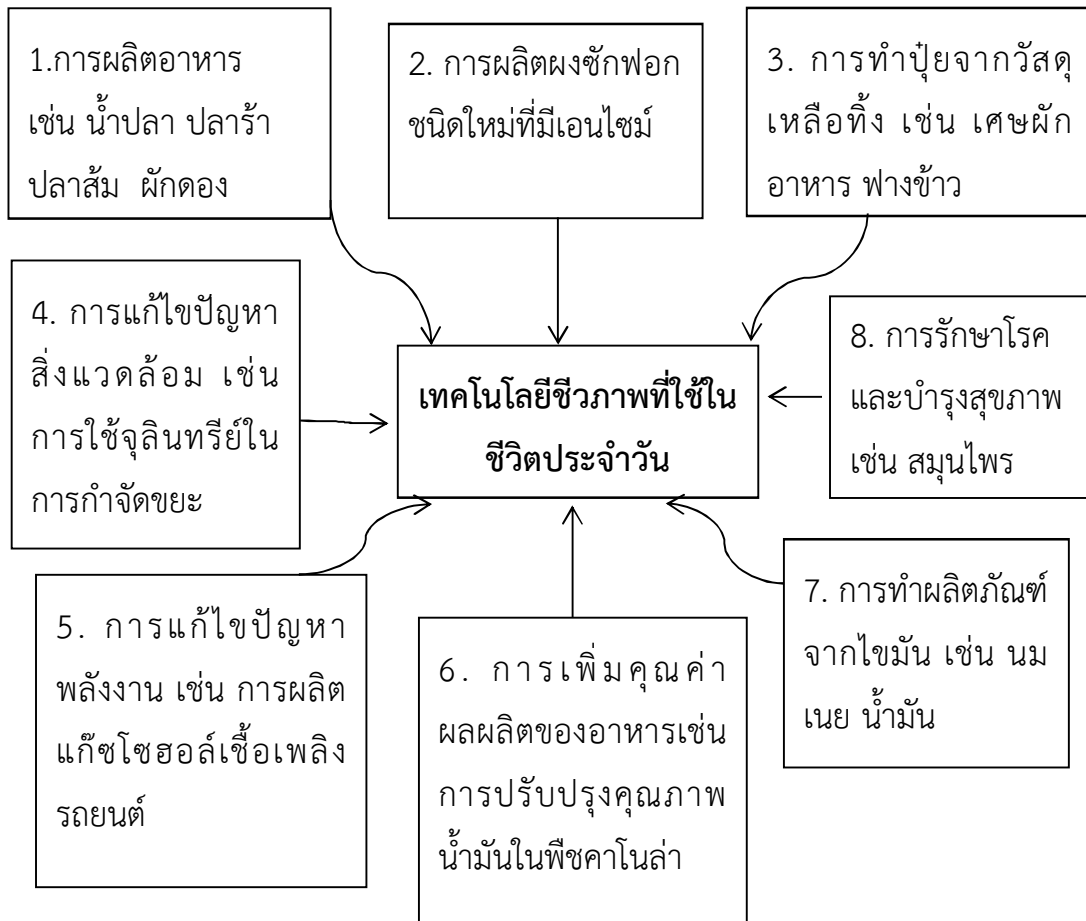
## เรื่องที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่อเทคโนโลยีชีวภาพ

ในการผลิตผลิตภัณฑ์ทางเทคโนโลยีชีวภาพ จะต้องคำนึงถึงปัจจัยหลัก 2 ประการ ดังนี้



## เรื่องที่ 3 เทคโนโลยีชีวภาพในชีวิตประจำวัน

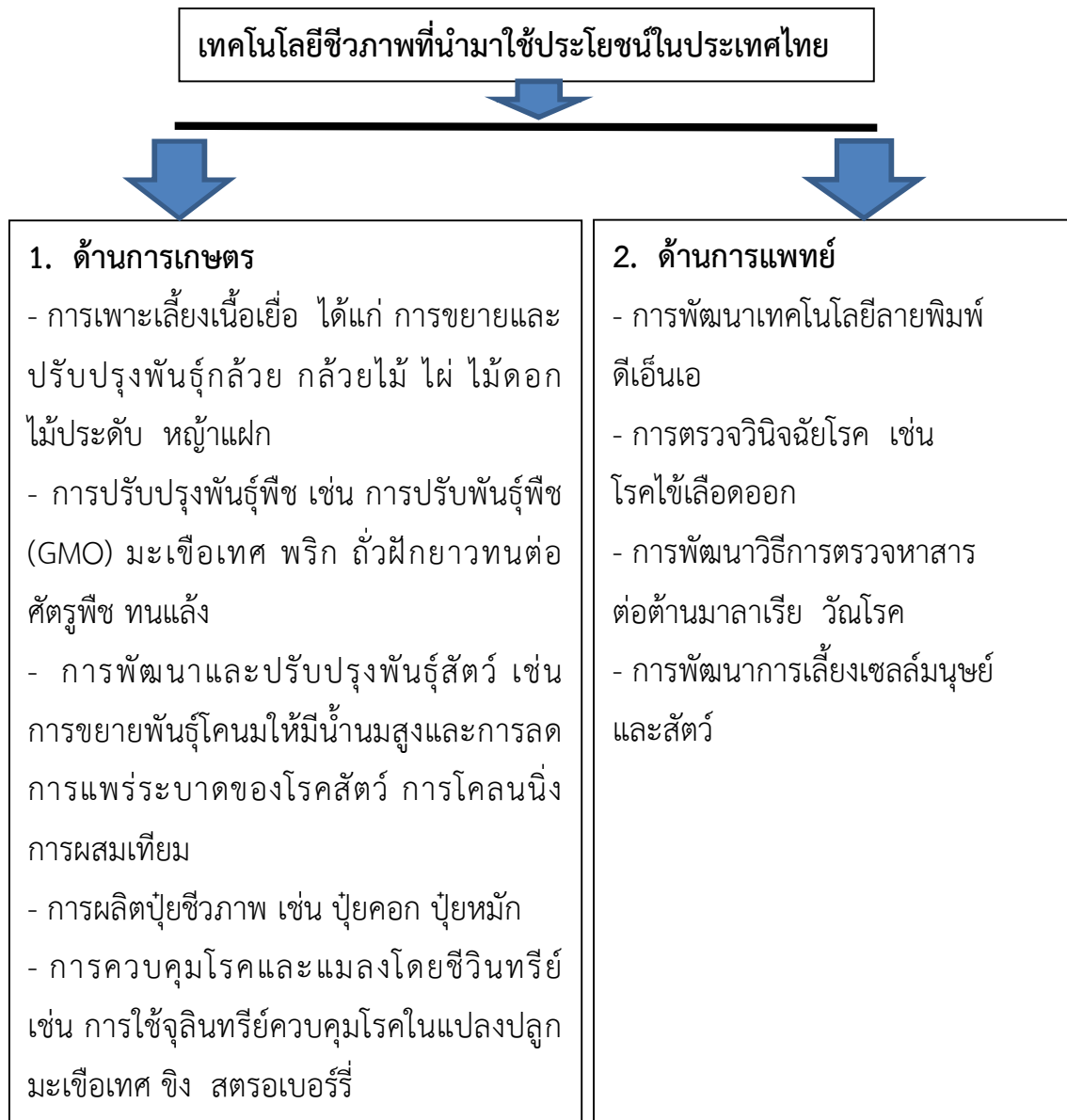
การนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นการนำความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและผลผลิตของสิ่งมีชีวิต มาใช้ให้เป็นประโยชน์กับมนุษย์ ในการดำรงชีวิตตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีดังนี้





## เทคโนโลยีชีวภาพที่นำมาใช้ประโยชน์ในประเทศไทย

ประเทศไทยได้มีการค้นคว้าทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ เพื่อทำประโยชน์ต่อประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเทคโนโลยีที่มีประโยชน์ในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้



## เรื่องที่ 4 ภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพ

### ภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพ

เทคโนโลยีการหมัก (Fermentation Technology) โดยนำแบคทีเรียที่มีอยู่ตามธรรมชาติมาใช้ในกระบวนการถนอมอาหาร และแปรรูปอาหาร เช่น การทำน้ำปลา ปลาร้า แหนม น้ำบูดู เต้าเจี้ยว ซีอิ๊ว เต้าหู้ยี้ ผักและผลไม้ดอง น้ำส้มสายชู เหล้า เบียร์ ขนมปัง นมเปรี้ยว เป็นต้น ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักในลักษณะนี้ อาจจะมีคุณภาพไม่แน่นอน ยากต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพในการหมัก หรือขยายกำลังผลิตให้สูงขึ้น และยังมีเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อโรค หรือจุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษ



## เรื่องที่ 5 ประโยชน์และผลกระทบของเทคโนโลยีชีวภาพ

### ประโยชน์ของเทคโนโลยีชีวภาพ

#### 1. ด้านการเกษตร

- การผสมพันธุ์สัตว์และการปรับปรุงพันธุ์สัตว์
- การปรับปรุงพันธุ์พืชและการผลิตพืชพันธุ์ใหม่
- การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี

#### 2. ด้านอุตสาหกรรม

- การถ่ายฝากตัวอ่อน
- การผสมเทียมสัตว์บกและสัตว์น้ำ
- พันธุวิศวกรรมโดยนำผลผลิตของยีนมาใช้ประโยชน์และผลิตเป็นอุตสาหกรรม
- ผลิตฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตของสัตว์
- ผลิตสัตว์แปลงพันธุ์ให้มีลักษณะโตเร็ว เพิ่มผลผลิต

### 3.ด้านการแพทย์

- การใช้ยีนบำบัดโรค
- การตรวจวินิจฉัยหรือตรวจหาหะจากยีน เพื่อตรวจสอบโรคธาลัสซีเมีย
- การใช้ประโยชน์จากการตรวจลายพิมพ์จากยีนของสิ่งมีชีวิต

### 4.ด้านอาหาร

- เพิ่มปริมาณเนื้อสัตว์ทั้งสัตว์บกและสัตว์น้ำ
- เพิ่มผลผลิตจากสัตว์
- เพิ่มผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากผลผลิตของสัตว์

### 5.ด้านสิ่งแวดล้อม

- การใช้จุลินทรีย์ช่วยรักษาสภาพแวดล้อม
- การค้นหาทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ประโยชน์และการสร้างทรัพยากรใหม่

### 6.ด้านการผลิตพลังงาน

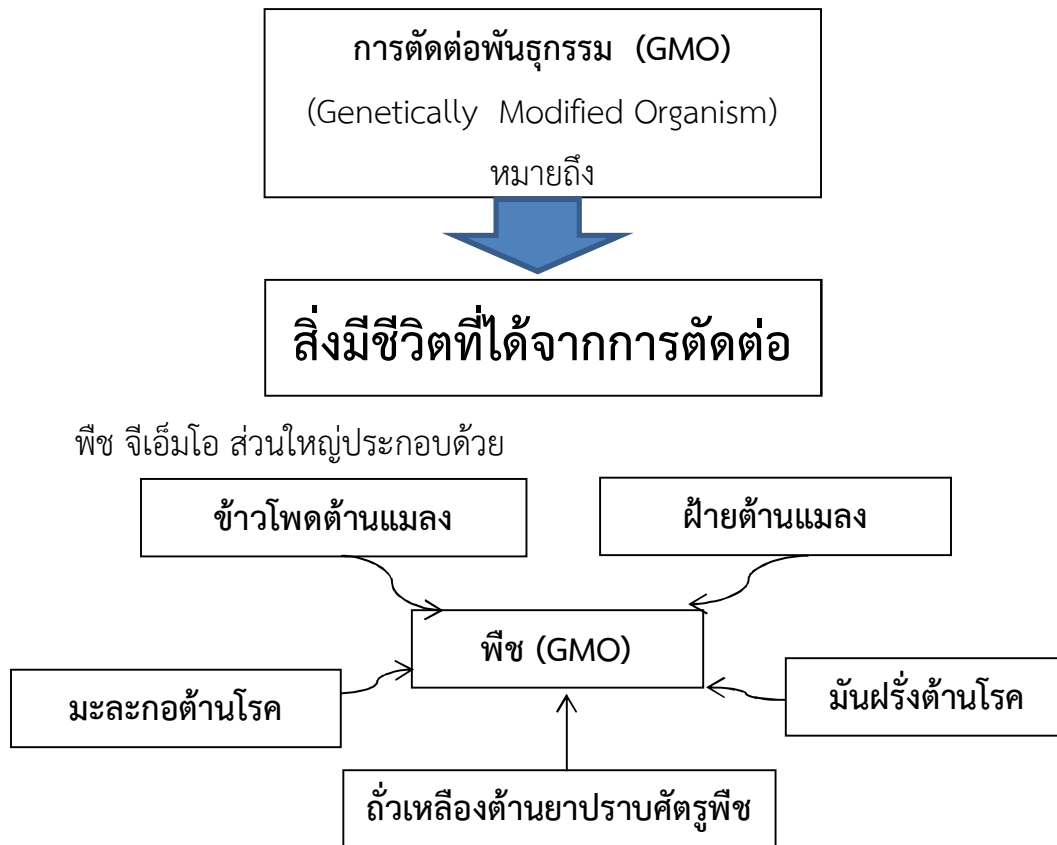
- แหล่งพลังงานที่ได้จากชีวมวล คือ แอลกอฮอล์ชนิดต่างๆ
- แก๊สชีวภาพ



### ผลของเทคโนโลยีชีวภาพด้านการตัดต่อพันธุกรรม (GMO)

การนำเทคโนโลยีการตัดต่อพันธุกรรมมาใช้ เพื่อให้จุลินทรีย์สามารถผลิตสารหรือผลิตภัณฑ์บางชนิด หรือ ผลิตพืชที่ต้านทานต่อแมลงศัตรูพืช โรคพืช และยาปราบวัชพืชและปรับปรุงพันธุ์ให้มีผลผลิตที่มีคุณภาพดีขึ้น ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่ได้จากการตัดต่อพันธุกรรมนี้ เรียกว่า จีเอ็มโอ (GMO) เป็นชื่อย่อมาจากคำว่า Genetically Modified Organism พืช จีเอ็มโอส่วนใหญ่ ได้แก่ ข้าวโพด และฝ้ายที่ต้านทานแมลง ถั่วเหลืองต้านทานยาปราบศัตรูพืช มะละกอ และ มันฝรั่งต้านทานโรค แม้ว่าเทคโนโลยีชีวภาพนั้น มีประโยชน์ในการพัฒนาพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ ให้มีผลผลิตที่มีปริมาณและคุณภาพสูง และมีต้นทุนการผลิตต่ำ ก็ตาม

แต่ก็ยังไม่มีความหลักฐานที่แน่นอนยืนยันได้ว่าพืชที่ตัดต่อยีน จะไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม และความหลากหลายทางชีวภาพ

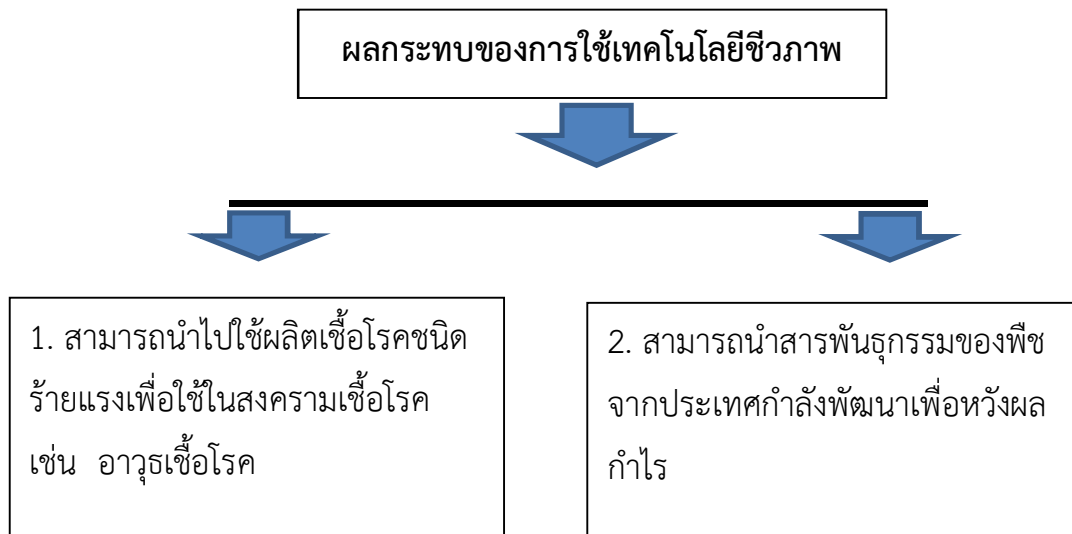


แม้ว่าเทคโนโลยีชีวภาพนั้น มีประโยชน์ในการพัฒนา พันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ ให้มีผลผลิตที่มีปริมาณและคุณภาพสูง และมีต้นทุนการผลิตต่ำ ก็ตาม แต่ก็ยังไม่มีความหลักฐานที่แน่นอนยืนยันได้ว่าพืชที่ตัดต่อยีนจะไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม และความหลากหลายทางชีวภาพ ทั้งนี้ การทดสอบการปลูกพืชจีเอ็มโอ(GMO) มีดังนี้



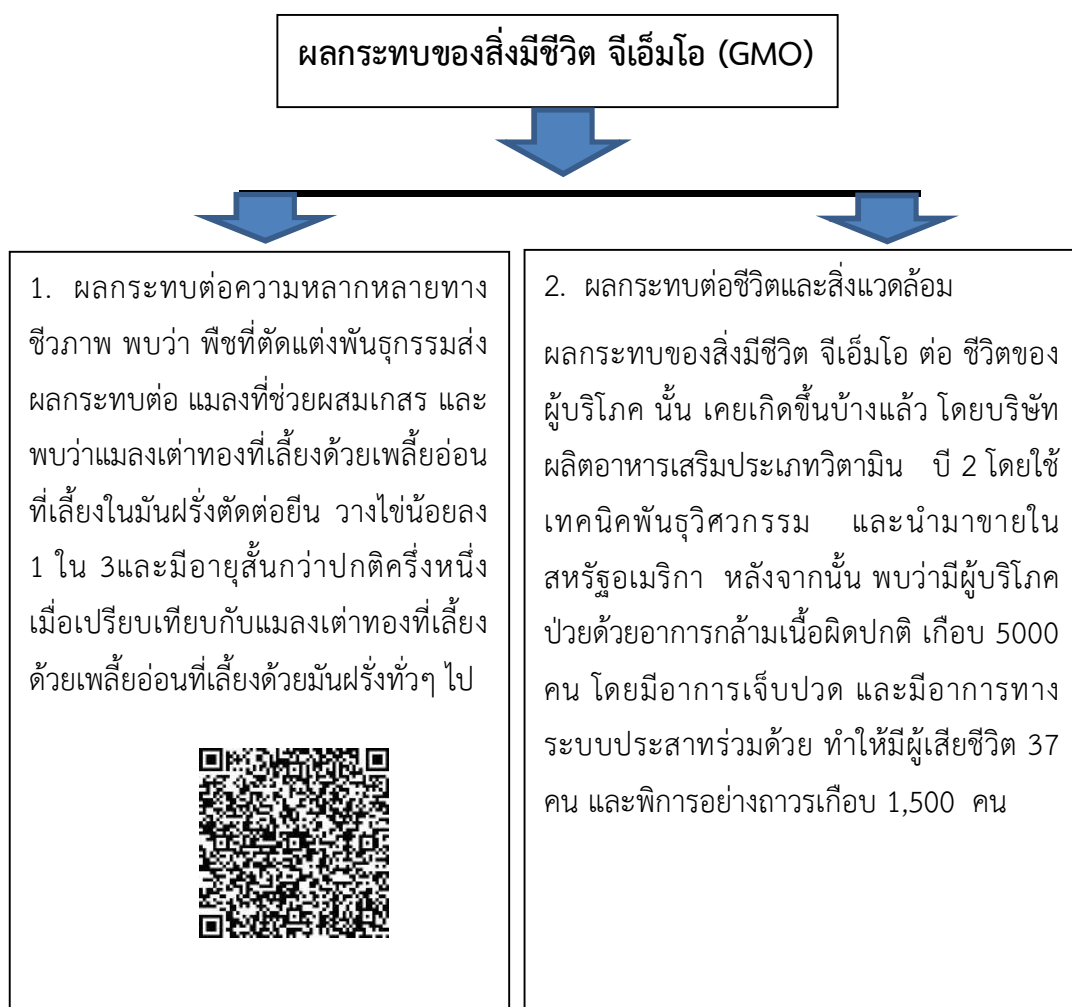
## ผลกระทบของการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ

การพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ ทำให้เกิดผลกระทบได้ ดังนี้



## ผลกระทบของสิ่งมีชีวิต จีเอ็มโอ(GMO)

สิ่งมีชีวิต จีเอ็มโอ ส่งผลกระทบ ต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมและทางชีวภาพ ได้ดังนี้



กิจกรรมท้ายบทที่ 5  
เทคโนโลยีชีวภาพ

1. จงบอกประโยชน์ของเทคโนโลยีชีวภาพ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงบอกผลกระทบของเทคโนโลยีชีวภาพ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงบอกการนำเทคโนโลยีชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

.....

.....

.....

.....

.....

## บทที่ 6

### ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม

#### สาระการเรียนรู้

ทรัพยากรธรรมชาติเป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับชีวิตเราอย่างมากมาย ฉะนั้นเราจำเป็นต้องศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในทุกๆระดับและแนวทางในการแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติ และการพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติ

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตได้
2. อธิบายการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลกได้
3. อธิบายสาเหตุของปัญหา วางแผน และลงมือปฏิบัติได้
4. อธิบายการป้องกัน แก้ไข ฝึกระวัง อนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้
5. อธิบายปรากฏการณ์ของธรณีวิทยาที่มีผลกระทบต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม
6. อธิบาย ปรากฏการณ์ สภาวะโลกร้อน สาเหตุและผลกระทบต่อชีวิตมนุษย์

#### ขอบข่ายเนื้อหา

เรื่องที่ 1 การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต

เรื่องที่ 2 ทรัพยากรธรรมชาติ (Natural resources)

เรื่องที่ 3 ผลกระทบต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและแนวทางป้องกันแก้ไข

เรื่องที่ 4 การอนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เรื่องที่ 5 ปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาที่มีผลกระทบต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เรื่องที่ 6 ปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อนและผลกระทบจากต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

## บทที่ 6

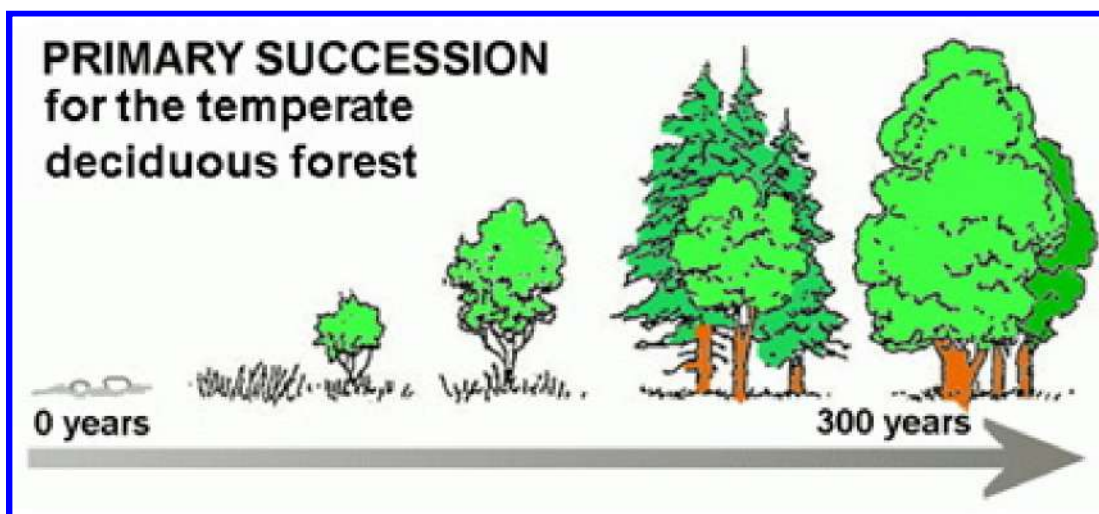
### ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม

#### เรื่องที่ 1 การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต

การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของชนิดหรือชุมชนในระบบนิเวศตามกาลเวลา โดยเริ่มจากจุดที่ไม่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่เลย จนกระทั่งเริ่มมีสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกเกิดขึ้น ซึ่งสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกจะเป็นกลุ่มที่มีความทนทานสูง จากนั้นวิวัฒนาการไปจนถึงสิ่งมีชีวิตกลุ่มสุดท้ายที่เรียกว่า ชุมชนสมบรูณ์ (Climax stage)

การแทนที่ของสิ่งมีชีวิต แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 การเกิดแทนที่ชั้นบุกเบิก (Primary succession)



ที่มา <https://puengsawitree.files.wordpress.com/2013/05/15.jpg>

การเกิดแทนที่ชั้นบุกเบิก จะเริ่มขึ้นในพื้นที่ที่ไม่เคยมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มาก่อนเลย ซึ่งแบ่งออกได้ 2 แบบ ได้แก่

แบบที่ 1 การเกิดแทนที่บนพื้นที่ว่างเปล่าบนบก มี 2 ลักษณะด้วยกันคือ

**ลักษณะที่ 1** การเกิดแทนที่บนก้อนหินที่ว่างเปล่า

**ขั้นแรก** เกิดสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น สาหร่ายสีเขียว หรือไลเคนบนก้อนหิน หลังจากหินสึกกร่อน และเจือปนด้วยสารอินทรีย์ของซากสิ่งมีชีวิตสะสมเพิ่มขึ้น จากนั้นก็จะเกิดพืชจำพวกมอส

**ขั้นที่สอง** พืชที่เกิดต่อมาเป็นพวกหญ้า และพืชล้มลุก มอสจะหายไป



**ขั้นที่สาม** เกิดไม้พุ่มและต้นไม้เข้ามาแทนที่ ซึ่งจะเป็นไม้โตเร็ว ชอบแดด  
**ขั้นสุดท้าย** เป็นขั้นที่สมบูรณ์ (climax stage) ต้นไม้ได้วิวัฒนาการ  
 ไปเป็นไม้ใหญ่ และมีสภาพเป็นป่าที่อุดมสมบูรณ์



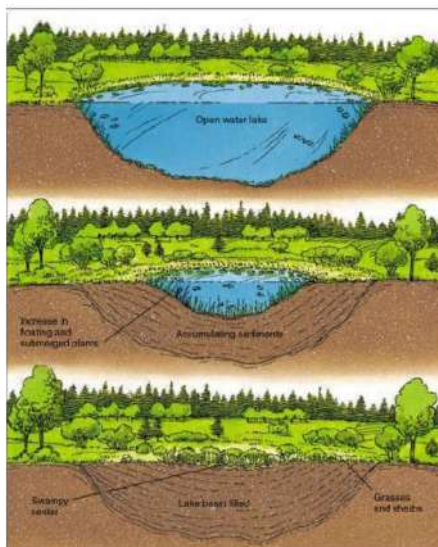
**ลักษณะที่ 2** การเกิดแทนที่บนพื้นที่ว่างเปล่า

**ขั้นแรก** เป็นประเภทไม้-เลื้อย ที่หยั่งรากลงในบริเวณที่ชื้น  
**ขั้นที่สอง** เกิดเป็นลำต้นไต่ดินที่ยาวและแตกกิ่งก้านสาขาได้ไกล  
**ขั้นที่สาม** เกิดไม้พุ่มและต้นไม้เข้ามาแทนที่  
**ขั้นสุดท้าย** เป็นขั้นที่สมบูรณ์ (climax stage) ต้นไม้ได้วิวัฒนาการไป  
 เป็นไม้ใหญ่ และมีสภาพเป็นป่าที่อุดมสมบูรณ์



## แบบที่ 2 การเกิดแทนทีในแหล่งน้ำ เช่น ในบ่อน้ำ ทะเลทราย หนอง บึง

ภาพการเปลี่ยนแปลงแทนทีในสระน้ำจนกลายเป็นพื้นดิน



ที่มา <http://image.slidesharecdn.com/4-100718023306-phpapp02/95/4-31-728.jpg?cb=1279420455>

**ขั้นแรก** บริเวณพื้นที่กันสระหรือหนองน้ำนั้นมีแต่พืชทราย สิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นคือ สิ่งมีชีวิตเล็กๆ เช่น แพลงก์ตอน สาหร่ายเซลล์เดียว ตัวอ่อนของแมลงบางชนิด

**ขั้นที่สอง** เกิดการสะสมอินทรีย์สารขึ้นบริเวณพื้นที่กันสระ จากนั้นก็จะเริ่มเกิดพืชใต้น้ำ ประเภท สาหร่าย และสัตว์เล็กๆ

**ขั้นที่สาม** มีอินทรีย์สารทับถมเพิ่มมากขึ้น เกิดพืชมีใบใฝ่ลงพื้นน้ำเกิดขึ้น เช่น กก อ้อ จากนั้นเกิดมีสัตว์จำพวก หอยโข่ง กบ กุ้ง หนอง ไส้เดือน

**ขั้นที่สี่** อินทรีย์สารที่สะสมอยู่ที่บริเวณกันสระเพิ่มมากขึ้น ทำให้สระเกิดการตื้นเขินขึ้น ในหน้าแล้ง ก็จะเกิดต้นหญ้าขึ้น สัตว์ที่อาศัยอยู่ในสระจะเป็นสัตว์ประเภทสะเทินน้ำสะเทินบก

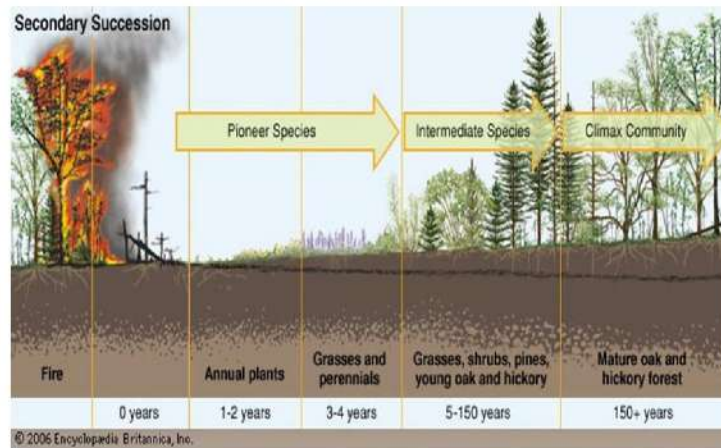
**ขั้นสุดท้าย** เป็นขั้นสมบูรณ์ (climax stage) สระน้ำนั้นจะตื้นเขินจนกลายเป็นสภาพเป็นพื้นดิน ทำให้เกิดการแทนที่พืชบกและสัตว์บกและวิวัฒนาการจนกลายเป็นป่าได้ในที่สุด



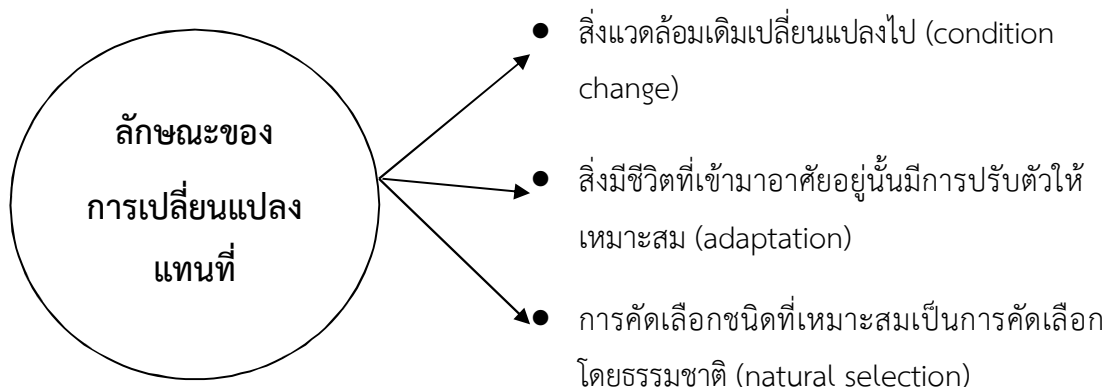
## ประเภทที่ 2 การแทนที่สิ่งมีชีวิตในขั้นทดแทน (Secondary succession)

เป็นการเกิดการแทนที่ของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในพื้นที่เดิมที่ถูกเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งมีทั้งที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติและเกิดจากมนุษย์ เช่น บริเวณพื้นที่ป่าไม้ที่ถูกโค่นถาง ปรับเป็นพื้นที่เพาะปลูกหรือพื้นที่ป่าไม้ที่เกิดไฟป่า

### Secondary Succession



ที่มา [http://images.slideplayer.com/26/8762837/slides/slide\\_10.jpg](http://images.slideplayer.com/26/8762837/slides/slide_10.jpg)



## รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงแทนที่มี 2 รูปแบบ

รูปแบบที่ 1 **degradtive succession** เป็นการแทนที่โดยอินทรีย์วัตถุซากสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ถูกย่อยใช้ไปโดยสัตว์กินซาก และจุลินทรีย์

รูปแบบที่ 2 **autotrophic succession** เป็นการแทนที่ของสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารขึ้นเอง และพัฒนาเป็นสังคมใหม่

## ปัจจัยที่ทำให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่มี 3 ปัจจัยดังนี้

**ปัจจัยที่ 1 Facilitation** คือ เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพทำให้เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ที่จะเข้ามาอยู่ได้ จึงเกิดการแทนที่ขึ้น

**ปัจจัยที่ 2 Inhibition** เป็นการแทนที่หลังจากการรบกวนทางธรรมชาติ หรือการตายของสปีชีส์เดิมเท่านั้น

**ปัจจัยที่ 3 Tolerance** เป็นการแทนที่เนื่องจากสปีชีส์ที่บุกรุกเข้ามาใหม่สามารถทนต่อระดับทรัพยากรที่เหลือน้อยลงแล้วนั้นได้ และสามารถเอาชนะสปีชีส์ก่อนนี้ได้



## เรื่องที่ 2 ทรัพยากรธรรมชาติ (Natural resources)

ทรัพยากรธรรมชาติ (Natural resources) หมายถึง สิ่งที่ปรากฏอยู่ตามธรรมชาติหรือสิ่งที่ขึ้นเอง อำนวยประโยชน์แก่มนุษย์และธรรมชาติด้วยกัน ถ้าสิ่งนั้นยังไม่ให้ประโยชน์ต่อมนุษย์ก็ไม่ถือว่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติ

ทรัพยากรธรรมชาติ แบ่งได้เป็น 4 ประเภท

### 1. ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วไม่หมดสิ้น (Inexhaustible natural resources)

มี 2 ประเภท

1) ประเภทที่คงสภาพเดิมไม่เปลี่ยนแปลง (Immutable) ได้แก่ พลังงานจากดวงอาทิตย์ ลม อากาศ ฝน

2) ประเภทที่เกิดการเปลี่ยนแปลง (Mutable) เนื่องจากการใช้ประโยชน์อย่างผิดวิธี เช่น การใช้ที่ดิน โดยวิธีการที่ไม่ถูกต้อง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านกายภาพและด้านคุณภาพ

## 2. ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วทดแทนได้ (renewable natural resources)

เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ไปแล้วสามารถเกิดขึ้นทดแทนได้ ซึ่งอาจจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับชนิดของทรัพยากรธรรมชาติประเภทนั้น เช่น ป่าไม้ สัตว์ป่า ความสมบูรณ์ของดิน และคุณภาพของน้ำ เป็นต้น

## 3. ทรัพยากรธรรมชาติสามารถนำมาใช้ใหม่ได้ (Recyclables natural resources)

เป็นทรัพยากรธรรมชาติจำพวกแร่ธาตุที่นำมาใช้แล้วสามารถนำไปแปรรูปให้กลับไปสู่สภาพเดิมได้ แล้วนำกลับมาใช้ใหม่อีก เช่น แร่โลหะ ใต้แก๊ เหล็ก อะลูมิเนียม แก้ว ฯลฯ

## 4. ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดสิ้นไป (Exhausting natural resources)

เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่นำมาใช้แล้วจะหมดไปจากโลกนี้ หรือสามารถเกิดขึ้นทดแทนได้ แต่ต้องใช้เวลายาวนานมาก น้ำมันปิโตรเลียม แก๊สธรรมชาติและถ่านหิน เป็นต้น





### เรื่องที่ 3 ผลกระทบต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและแนวทางป้องกันแก้ไข

ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมได้ถูกเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากความเจริญก้าวหน้าของมนุษย์ ในขณะที่การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติยังไม่มีประสิทธิภาพมากนัก อีกทั้งยังขาดความจริงจังในทางปฏิบัติ

#### สภาพปัญหาการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้แก่อะไรบ้าง

1. การเพิ่มของประชากร การเพิ่มมากขึ้นของประชากรโลกก็จะนำมาซึ่งความต้องการในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อการดำรงชีวิต



ที่มา [www.c4learn.com](http://www.c4learn.com)

2. การขยายตัวของชุมชนเมือง โดยขาดการวางแผนผังการใช้พื้นที่ล่วงหน้าหรือไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ จะทำให้เกิดปัญหาขึ้นมากมาย เช่น ปัญหาการกำจัดของเสีย ฯลฯ



ที่มา Wikipedia-Makoko

3. เทคโนโลยีสมัยใหม่ ที่นำมาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร การใช้สารเคมีต่าง ๆ



ที่มา Career Addict

4. การสร้างสิ่งก่อสร้าง การสร้างถนน อ่างเก็บน้ำ เขื่อน เป็นสาเหตุการทำลายถิ่นที่อยู่ของสัตว์ป่าได้



ที่มา กระทรวงพลังงาน

5. การกีฬา ในด้านการกีฬาส่วนใหญ่  
เป็นปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรสัตว์ป่า  
เช่น การยิงนก การตกปลา และการล่าสัตว์



ที่มา SiamFishing

6. การสงคราม จะก่อให้เกิดการกระตุ้น  
ให้นำทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่มาใช้มากขึ้น



ที่มา HBO.com

7. ความไม่รู้หรือรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ควรพิจารณา  
ให้รอบคอบ ตระหนักถึงผลกระทบในด้านลบ  
ต่อสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ  
ในระยะยาวนั้นมากน้อยเพียงใด



ที่มา Kingofwallpapers

### สภาพปัญหาระบบนิเวศของเมืองในประเทศไทย เกิดจากสาเหตุใดบ้าง

สภาพปัญหาความอ่อนแอของระบบนิเวศของเมืองต่างๆ ในประเทศไทย สาเหตุหนึ่งเกิดจากการเติบโตของเมืองที่ขาดการวางแผนอย่างรอบคอบ และอีกด้านหนึ่งเกิดจากการพัฒนาเศรษฐกิจในอดีตที่นำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการจัดหาและใช้ทรัพยากรในกระบวนการผลิต และรูปแบบของการบริโภคที่ไม่เหมาะสม ทำให้ทรัพยากรอันจำกัดของประเทศและสิ่งแวดล้อมธรรมชาติถูกใช้สอย และทำลายจนเสื่อมทั้งสภาพ ปริมาณและคุณภาพ จนเกือบหมดศักยภาพและยากที่จะฟื้นฟูขึ้นมาใหม่ ซ้ำยังก่อให้เกิดมลพิษหลายๆ ด้านพร้อมกัน การแพร่กระจายของมลพิษไม่ว่าจะเป็นมลพิษทางน้ำ ทางอากาศ ทางเสียง หรือจากของเสียสารเคมีต่างๆ ย่อมส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน





## แนวทางการแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในชุมชน

### กรอบกลยุทธ์เพื่อนำไปสู่ความเป็นเมืองที่น่าอยู่อย่างยั่งยืน

1. มุ่งส่งเสริมการพัฒนาเมืองและชุมชนให้เป็นฐานของการพัฒนาอย่างยั่งยืน
2. พื้นที่เมืองและชุมชนจะต้องเป็นสถานที่ๆ คำนึงถึงความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งแวดล้อม (ระบบนิเวศของเมือง) กับสุขภาพของประชาชน
3. ใช้กลยุทธ์การพัฒนาแบบพหุภาคี ที่เปิดโอกาสให้กับการมีส่วนร่วมของประชาชนมากที่สุด

### งานหลัก 3 ประการ เพื่อการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมของเมือง

1. การสงวนรักษาไว้ซึ่งทรัพยากรหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการด้านน้ำ
2. การขนถ่ายของเสีย ขยะ ที่ได้จากกิจกรรมของเมืองอย่างมีประสิทธิภาพ
3. ไมโยนภาระด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากตนเอง(บุคคลหรือธุรกิจ) ให้กับผู้อื่น

### วิธีการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

วิธีการสำคัญที่ใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การออกกฎหมายควบคุมการจัดตั้งองค์กรเพื่อบริหารงาน การวางแผนพัฒนาสิ่งแวดล้อม การกำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม การศึกษาและจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากโครงการพัฒนา ทั้งของภาครัฐและภาคเอกชนและการประชาสัมพันธ์และสิ่งแวดล้อมศึกษา การจัดองค์กรเพื่อ การบริหารงานด้านการกำหนดนโยบายแผน การจัดการ การวางแผนงาน โครงการเป็นวิธีการหนึ่งของการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในระดับหน่วยงานปฏิบัติ

การวางแผนเพื่อแก้ไขปัญหาและพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมระบุไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จะส่งผลให้เกิดการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศนั้น

### วิธีการพัฒนาการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประสิทธิภาพ

1. สร้างจิตสำนึกให้กับประชาชนเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างถูกวิธี
2. สนับสนุนการพัฒนาและฟื้นฟูการนำทรัพยากรธรรมชาติกลับมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด
3. ประชาชนและชุมชนตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ มีส่วนร่วมในการพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติร่วมกัน



#### เรื่องที่ 4 การอนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

##### การอนุรักษ์ หมายถึงอะไร

การอนุรักษ์ หมายถึง การรู้จักใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างชาญฉลาดเพื่อให้มีประโยชน์ต่อมหาชนมากที่สุด และใช้ได้เป็นเวลานานที่สุด ทั้งนี้ต้องให้มีการสูญเสียทรัพยากรน้อยที่สุด และจะต้องมีการกระจายการใช้ทรัพยากรให้เป็นไปโดยทั่วถึงกันด้วย

##### การพัฒนา หมายถึงอะไร

การพัฒนา หมายถึง การทำให้เจริญ การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ทำให้เจริญขึ้น ซึ่งการที่จะทำให้เกิดการพัฒนาขึ้นได้นั้น จะต้องมีการวางแผน ต้องอาศัยวิชาความรู้และเทคโนโลยีเข้ามาช่วย จึงจะทำให้การพัฒนานั้นบรรลุตามวัตถุประสงค์

### หลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติได้แก่อะไรบ้าง

1. ต้องคำนึงถึงทรัพยากรธรรมชาติอื่นควบคู่กันไป เพราะทรัพยากรธรรมชาติต่างก็มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์และส่งผลต่อกันอย่างแยกไม่ได้
2. ต้องเชื่อมโยงกับการพัฒนา สังคม เศรษฐกิจ การเมือง และคุณภาพชีวิต ตลอดจนรักษาไว้ซึ่งความสมดุลของระบบนิเวศควบคู่กันไป
3. ต้องร่วมมือกันทุกฝ่าย ทุกคนควรตระหนักถึงความสำคัญของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม
4. ต้องช่วยกันป้องกันการแสวงหาผลประโยชน์ของประเทศมหาอำนาจ
5. การนำเทคโนโลยีต่างๆ มาช่วยในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ควรคำนึงถึงผลดีทางด้านจิตใจด้วย
6. ต้องคำนึงถึงทั้งข้อดีและข้อเสีย การสูญเสีย การสูญเปล่าอันเกิดจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ
7. รักษาและใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่จำเป็นและหายากด้วยความระมัดระวัง
8. ต้องรักษาทรัพยากรที่ทดแทนได้ โดยให้มีอัตราการผลิตเท่ากับอัตราการใช้หรืออัตราการเกิดเท่ากับอัตราการตายเป็นอย่างน้อย
9. หาทางปรับปรุงวิธีการใหม่ๆ ในการผลิต อีกทั้งพยายามค้นคว้าสิ่งใหม่มาใช้ทดแทน
10. ให้การศึกษาแก่ประชาชนถึงความสำคัญในการรักษาทรัพยากรธรรมชาติ



## “การสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรดิน”



ที่มา <http://pitloknews.com/main/wp-content/uploads/2014/09/781.jpg>

### สาเหตุทรัพยากรดินสูญเสียความอุดมสมบูรณ์

1. การกัดเซาะและพังทลายโดยน้ำ น้ำจำนวนมากที่กระทบผิวดินโดยตรงจะกัดเซาะผิวดิน ให้หลุดลอยไปตามน้ำ การสูญเสียบริเวณผิวดินจะเป็นพื้นที่ที่กว้าง หรือถูก กัดเซาะเป็นร่องเล็กๆ ก็ขึ้นอยู่กับความแรง และบริเวณของน้ำที่ไหลบ่าลงมา
2. การตัดไม้ทำลายป่า การเผาป่า ถางป่าทำให้หน้าดินเปิด และถูกชะล้างได้ง่าย โดยน้ำและลมเมื่อฝนตกลงมา น้ำก็ชะล้างเอาหน้าดินที่อุดมสมบูรณ์ไปกับน้ำ ทำให้ดินมีคุณภาพเสื่อมลง
3. การเพาะปลูกและเตรียมดินอย่างไม่ถูกวิธี การเตรียมที่ดินทำการเพาะปลูกนั้นถ้าไม่ถูกวิธีก็จะก่อความเสียหายกับดินได้มาก ตัวอย่าง เช่น การไถพรวนขณะดินแห้งทำให้หน้าดินที่สมบูรณ์หลุดลอยไปกับลมได้ หรือการปลูกพืชบางชนิดจะทำให้ดินเสื่อมเร็วการเผาป่าไม้ หรือต่อข้าวในนา จะทำให้อิวมัสในดินเสื่อมสลายเกิดผลเสียกับดินมาก

### การอนุรักษ์ทรัพยากรดิน

1. การใช้ที่ดินอย่างถูกต้องเหมาะสม การปลูกพืชควรต้องคำนึงถึงชนิดของพืชที่เหมาะสมกับคุณสมบัติของดิน การปลูกพืชและการไถพรวนตามแนวระดับเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของหน้าดิน
2. การปรับปรุงบำรุงดิน การเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดิน เช่น การใส่ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยคอก การปลูกพืชตระกูลถั่ว เป็นต้น
3. การป้องกันการเสื่อมโทรมของดิน ได้แก่ การไถพรวนตามแนวระดับ การทำคันดินป้องกันการไหลชะล้างหน้าดิน รวมทั้งการไม่เผาป่าหรือการทำไร่เลื่อนลอย

4. การให้ความชุ่มชื้นแก่ดิน เช่น หญ้าหรือฟางคลุมหน้าดินจะช่วยให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์



### “มลภาวะทางน้ำ”

#### สาเหตุของมลภาวะทางน้ำ

1. น้ำเสียจากบ้าน ร้านค้าและอาคารที่ทำการก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำเป็นแหล่งสะสมเชื้อโรค เป็นอันตรายต่อผู้ใช้น้ำ และสัตว์น้ำ
2. น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำทิ้งจากระบบการผลิต ระบบการหล่อเย็น ปะปนมาอาจจะเป็นสารอินทรีย์ และสิ่งปฏิกูลอื่น ๆ ซึ่งเป็นพิษกับสิ่งมีชีวิตในน้ำ เกิดการเน่าเหม็น เกิดสี กลิ่น และความไม่น่าดู
3. ปุ๋ยที่ใช้ในการเกษตร สารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เมื่อฝนตกน้ำฝนจะชะเอาไนโตรเจนไหล ลงสู่แม่น้ำลำคลอง ทำให้สาหร่ายเจริญเติบโตได้ดีเป็นจำนวนมาก ทำให้ น้ำเกิดสี กลิ่น และรส เมื่อสาหร่ายเหล่านี้ตายลง ก็จะทำให้เน่าเหม็นและมีฟีนอลสูงขึ้น เกิดฝ้าขาวลอยอยู่ตามผิวน้ำ
4. ผิวดินที่พังทลายในพื้นที่รับน้ำบางแห่ง เช่น อ่างเก็บน้ำที่เสื่อมสภาพและมีการพังทลายของหน้าดิน จะทำให้น้ำมีความขุ่นสูง เกิดสี กลิ่น และรสได้
5. การเลี้ยงปศุสัตว์ ถ้าสัตว์เลี้ยงกินหญ้าที่คลุมหน้าดินมากเกินไปจะทำให้น้ำดินถูกน้ำกัดเซาะเมื่อฝนตก และเมื่อไหลลงในแหล่งรับน้ำก็จะเกิดปัญหาเช่นเดียวกับข้อ 4 นอกจากนี้ มูลสัตว์ก็จะไหลลงไปในลำน้ำทำให้มีสารอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสสูง เกิดปัญหาเช่นเดียวกับข้อ 1 และ 3
6. ยาฆ่าแมลงและยากำจัดวัชพืช ส่วนมากเป็นสารเคมีที่มีพิษ เมื่อถูกชะล้างลงไป ในน้ำ ก็จะเป็นพิษแก่พืชและสัตว์ที่อยู่ในน้ำ
7. ไฟป่า ถ้าเกิดไฟป่าในบริเวณพื้นที่ที่เป็นแหล่งต้นกำเนิดน้ำจะทำให้มีขยะ ถ่าน กาก และเศษซากพืชต่างๆ ไหลลงไปในแหล่งน้ำเป็นจำนวนมาก จะทำให้อ่างเก็บน้ำ หรือแม่น้ำตื้นเขิน

## การอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ

1. การปลูกป่า โดยเฉพาะการปลูกป่าบริเวณพื้นที่ต้นน้ำ หรือบริเวณพื้นที่ภูเขา เพื่อให้ต้นไม้มันเป็นตัวกักเก็บน้ำตามธรรมชาติ ทั้งบนดินและใต้ดิน
2. การพัฒนาแหล่งน้ำ เนื่องจากปัจจุบันแหล่งน้ำธรรมชาติต่างๆ เกิดสภาพ ตื้นเขิน เป็นส่วนใหญ่ ทำให้ปริมาณน้ำที่จะกักขังไว้มีปริมาณลดลง จึงจำเป็นต้องทำการขุดลอกแหล่งน้ำให้กว้างและลึก ตลอดจนจัดหาแหล่งน้ำ
3. การสงวนน้ำไว้ใช้ เป็นการวางแผนการใช้น้ำเพื่อให้มีปริมาณน้ำที่มีคุณภาพ มาใช้ประโยชน์ตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง
4. การใช้น้ำอย่างประหยัด เป็นการนำน้ำมาใช้ประโยชน์หลายอย่าง อย่างต่อเนื่องและ เกิดประโยชน์สูงสุด
5. การป้องกันการเกิดมลพิษของน้ำ ปัญหาส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในเมืองใหญ่ๆ ซึ่งมีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น หรือย่านอุตสาหกรรม บังคับให้มีการบำบัด น้ำเสียก่อน ทิ้งหรือปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ สำหรับประชาชนทั่วไปไม่ทิ้งขยะหรือสิ่งปฏิกูล หรือสารพิษลงสู่ แหล่งน้ำ
6. การนำน้ำที่ใช้แล้วกลับไปใช้ใหม่ เช่น น้ำจากการล้างภาชนะอาหาร สามารถ นำไปใช้รดน้ำต้นไม้ สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม น้ำที่เกิดจากกระบวนการผลิตซึ่งมีอุณหภูมิสูง เมื่อปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น สามารถนำไปใช้ใหม่ได้



### “การทำลายทรัพยากรป่าไม้”

#### สาเหตุของการทำลายทรัพยากรป่าไม้

1. ความต้องการไม้เพื่อทำกิจการต่าง ๆ เช่น ทำอุตสาหกรรม สร้างที่อยู่อาศัย
2. การเพิ่มจำนวนประชากรของประเทศ ทำให้ความต้องการจากภาคเกษตรกรรม มากขึ้น ความจำเป็นที่ต้องการขยายพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้น

3. การส่งเสริมการปลูกพืชหรือเลี้ยงสัตว์เศรษฐกิจเพื่อการส่งออก เช่น มันสำปะหลัง ฯลฯ โดยไม่ส่งเสริมการใช้ที่ดินอย่างเต็มประสิทธิภาพ
4. การกำหนดแนวเขตพื้นที่ป่า กระจ่างไม่ชัดเจนหรือไม่กระจ่างเลยในหลายๆ แห่ง ทำให้ราษฎรเกิดความสับสนทั้งโดยเจตนาและไม่เจตนา
5. การจัดสร้างสาธารณูปโภคของรัฐ อาทิ เขื่อน อ่างเก็บน้ำ เส้นทางคมนาคม
6. ไฟไหม้ป่า ไฟไหม้รั้วพืชและต้นไม้ใบไม้จากการผลัดใบในฤดูแล้งที่ติดไฟง่าย
7. การทำเหมืองแร่ แหล่งแร่ที่พบในบริเวณที่มีป่าไม้ปกคลุมอยู่ มีความจำเป็นที่จะต้องเปิดหน้าดินก่อน
8. การทำลายของเชื้อโรคและแมลง ต้นไม้ในป่าเป็นจำนวนมากที่ถูกทำลายโดยเชื้อโรคและแมลง จะเกิดการเหี่ยวเฉาแคระแกร็นไม่เจริญเติบโต บางชนิดต้องสูญพันธุ์
9. ความตระหนักรู้และความร่วมมือของประชาชนต่อการอนุรักษ์ยังมีน้อย

#### การอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้

1. การกำหนดเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้
2. การอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้เกี่ยวกับงานป้องกันรักษาป่า การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
3. การจัดการที่ดินทำกินให้แก่ราษฎรผู้ยากไร้ในท้องถิ่น
4. การพัฒนาป่าไม้ เช่น การทำไม้ การเก็บหาของป่า การปลูกป่า การบำรุงป่าไม้ การค้นคว้าวิจัย และอุตสาหกรรม
5. การบริหารทั่วไป ฝึกอบรมปลูกสร้างสวนป่า ในพื้นที่ที่ถูกทำลาย หรือ เป็นป่าเสื่อมโทรม



#### แนวทางการอนุรักษ์และพัฒนาสภาพแวดล้อมในระดับบุคคล

**ระดับบุคคล** ประชาชนทุกคนควรมีจิตสำนึกที่ดีต่อแนวทางการอนุรักษ์และพัฒนาสภาพแวดล้อมซึ่งมีวิธีการง่ายๆ ดังต่อไปนี้

- 1) ต้องรู้จักประหยัด
- 2) ต้องรู้จักรักษา

- 3) ต้องรู้จักฟื้นฟูทรัพยากรให้ฟื้นตัวและรู้จักปรับปรุงให้ดีขึ้น
- 4) ช่วยกันส่งเสริมการผลิตและการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ
- 5) ต้องรู้จักนำทรัพยากรที่ใช้แล้วมาผลิตใหม่
- 6) ต้องรู้จักนำทรัพยากรอื่น ๆ มาใช้แทนทรัพยากรที่มีราคาแพงหรือกำลังจะลดน้อย

หมดสูญไป

7) ต้องช่วยกันค้นคว้าสำรวจหาแหล่งทรัพยากรใหม่ เพื่อนำมาใช้แทนทรัพยากรธรรมชาติที่หายาก

8) ต้องไม่ทำลายทรัพยากรธรรมชาติ

9) ต้องเต็มใจเข้ารับการอบรมศึกษา ให้เข้าใจถึงปัญหาและวิธีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

10)

### แนวทางการอนุรักษ์และพัฒนาสภาพแวดล้อมในระดับชุมชน

เนื่องจากประชาชนแต่ละคนเป็นสมาชิกของชุมชนที่ตนอาศัยอยู่ ซึ่งลักษณะและสภาพของชุมชน จะมีผลกระทบมาถึงประชาชนในชุมชนนั้น ๆ ด้วย ทั้งที่เป็นสิ่งที่ดีและไม่ดี ในการอนุรักษ์ควรร่วมมือร่วมใจกัน ดังนี้

- 1) ประชาชนในชุมชนจะต้องตระหนักถึงการเข้าไปมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาสภาพแวดล้อมในชุมชนของตน
- 2) ประชาชนในชุมชนจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องระบบของการจัดการ และสามารถแก้ไขปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมที่เสื่อมโทรมให้ดีขึ้น
- 3) จัดระบบวิธีการอนุรักษ์ และพัฒนาสภาพแวดล้อมในชุมชนของตนให้ประสานงานกับหน่วยของรัฐและเอกชน

### แนวทางการอนุรักษ์และพัฒนาสภาพแวดล้อมในระดับรัฐบาล

- 1) รัฐบาลควรกำหนดนโยบาย และวางแนวทางการอนุรักษ์และพัฒนาสภาพแวดล้อมทั้งในระยะสั้นและระยะยาว เพื่อเป็นหลักการให้หน่วยงานและเจ้าหน้าที่ของรัฐที่เกี่ยวข้องได้ยึดถือปฏิบัติต่อไป



2) ในฐานะที่เป็นพลเมืองดีของชุมชนและของประเทศ ประชาชนไทยทุกคนควรปฏิบัติตนให้ถูกต้องตามกฎหมายข้อบังคับ หรือตามกฎหมายเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ

3) หน่วยงานของรัฐทั้งในท้องถิ่นและภูมิภาค จะต้องเป็นผู้นำและเป็นแบบอย่างที่ดีในการอนุรักษ์และพัฒนาสภาพแวดล้อม รวมทั้งจะต้องให้ความสนับสนุนและร่วมมือกับภาคเอกชนและประชาชนไปด้วย

4) เผยแพร่ข่าวสารข้อมูลกฎหมายท้องถิ่น และความรู้ทางด้านการอนุรักษ์และพัฒนาสภาพแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม

5) หน่วยงานที่รับผิดชอบในท้องถิ่น ภูมิภาค ต้องริบเร่งดำเนินการแก้ไขฟื้นฟูสภาพแวดล้อมที่เสื่อมโทรมไปให้กลับสู่สภาพเช่นเดิม และหาทางป้องกันไม่ให้เกิดสภาพการณ์เช่นนั้นขึ้นมาอีก



## เรื่องที่ 5 ปรางค์การณ์ทางธรณีวิทยาที่มีผลกระทบต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

“ละลุ”



ที่มา สมาคม รักษ์ ปาง สี ดา

ละลุ เกิดจากน้ำฝนกัดเซาะ ยุบตัวหรือพังทลายของดิน เนื่องจากสภาพ ดินแข็ง จะคงอยู่ไม่ยุบตัวเมื่อถูกลมกัดกร่อน จึงมีลักษณะเป็นรูปต่าง ๆ สวยงาม แปลกตา แตกต่างกันไป เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจากการถล่มของหน้าดิน ส่วนที่แข็งกว่าจะคงตัวอยู่ด้านบน คุ่มกันชั้นกรวด ทราบที่อ่อนกว่าด้านล่าง



## “แผ่นดินถล่ม (Land slides)”

แผ่นดินถล่มเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติของการสึกร่อนชนิดหนึ่ง ที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อบริเวณพื้นที่ที่เป็นเนินสูงหรือภูเขาที่มีความลาดชันมาก เนื่องจากขาดความสมดุลในการทรงตัวของบริเวณดังกล่าว ทำให้เกิดการปรับตัวของพื้นดินต่อแรงดึงดูดของโลกและเกิดการเคลื่อนตัวขององค์ประกอบธรณีวิทยาบริเวณนั้น จากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ แผ่นดินถล่มมักเกิดในกรณีที่มีฝนตกหนักมากบริเวณภูเขาและภูเขานั้นอุ้มน้ำไว้จนเกิดการอิ่มตัว จนทำให้เกิดการพังทลาย

### ● สาเหตุของการเกิดดินถล่ม ที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ได้แก่

- 1) การขุดดินบริเวณไหล่เขา ลาดเขาหรือเชิงเขา เพื่อการเกษตร การสร้างถนน การขยายที่ราบในการพัฒนาที่ดิน การทำเหมือง เป็นต้น
- 2) การดูดทรายจากแม่น้ำ หรือบนแผ่นดิน
- 3) การขุดดินลึกๆ เพื่อการก่อสร้างห้องใต้ดินของอาคาร
- 4) การบดอัดที่ดิน เพื่อการก่อสร้าง ทำให้เกิดการเคลื่อนของดินในบริเวณใกล้เคียง
- 5) การสูบน้ำใต้ดิน น้ำบาดาล ที่มากเกินไป หรือการอัดน้ำลงใต้ดิน
- 6) การถมดิน เพื่อการก่อสร้าง ทำให้เพิ่มน้ำหนักบนภูเขา หรือสันเขา
- 7) การตัดไม้ทำลายป่า เพื่อขยายพื้นที่การเพาะปลูก
- 8) การทำอ่างเก็บน้ำ ซึ่งเป็นการเพิ่มน้ำหนักบนภูเขา และทำให้น้ำซึมลงใต้ดินมากจนเกินสมดุล
- 9) การเปลี่ยนแปลงทางน้ำธรรมชาติ ทำให้ระบบน้ำใต้ดินเสียสมดุล
- 10) การกระทำอื่นต่างๆ เช่น การระเบิดหิน



### ● ปัจจัยสำคัญของการเกิดแผ่นดินถล่ม ได้แก่

1. ลักษณะของดินที่เกิดจากการผุพังของหินบนลาดเขา
2. ลาดเขาที่มีความลาดชันมาก (มากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์)
3. มีการเปลี่ยนแปลงสภาพป่า

- ปัจจัยที่ส่งเสริมความรุนแรงของการเกิดแผ่นดินถล่ม ได้แก่
  1. ปริมาณฝนที่ตกบนภูเขา
  2. ความลาดชันของภูเขา
  3. ความสมบูรณ์ของป่าไม้
  4. ลักษณะทางธรณีวิทยาของภูเขา
- ลำดับเหตุการณ์การเกิดแผ่นดินถล่ม



ที่มา <http://www.chaoprayanews.com/tag/ดินถล่ม/page/3/>

1. เมื่อฝนตกหนักน้ำซึมลงไปใต้ดินอย่างรวดเร็ว ดินอิ่มน้ำ
2. แรงยึดเกาะระหว่างมวลดินจะลดลง
3. ระดับน้ำใต้ผิวดินสูงขึ้นทำให้แรงต้านทานการเลื่อนไหลลดลง
4. น้ำใต้ผิวดินไหลภายในช่องว่างของดิน ลงตามความชันของลาดเขา
5. เมื่อมีการเปลี่ยนความชันก็จะเกิดเป็นน้ำผุด
6. เกิดการเลื่อนไหลของดินและจะเกิดต่อเนื่องต่อไปตามลาดเขา



## “แผ่นดินไหว”



ที่มา [http://www.ipesp.ac.th/learning/supitcha/img/feat\\_eq1.jpg](http://www.ipesp.ac.th/learning/supitcha/img/feat_eq1.jpg)

### ผลกระทบจากแผ่นดินไหว

แผ่นดินไหวสามารถสร้างความเสียหายได้อย่างมาก ก่อให้เกิดสึนามิ สัตว์น้ำตาย และระบบนิเวศทางน้ำเปลี่ยนแปลง หากเกิดขึ้นบริเวณที่มีชุมชน มีประชาชนอยู่อาศัยหนาแน่น จะทำให้เกิดความสูญเสียมากมาย ความสั่นสะเทือนทำให้อาคารถล่มลงมาทับผู้คนที่อยู่อาศัย ทำให้เส้นทางคมนาคมเสียหายระบบสาธารณูปโภคเสียหาย และส่งผลต่อสุขภาพอนามัยและเศรษฐกิจ ดังนี้

#### 1. ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย

- 1.1 ประชาชนได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิตจากเศษสิ่งปรักหักพังและการล้มทับของสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ
- 1.2 ที่อยู่อาศัยพังเสียหายไม่สามารถเข้าไปอยู่อาศัยได้ ทำให้ไร้ที่อยู่อาศัย
- 1.3 ระบบสาธารณสุขปโภคได้รับความเสียหาย อาจเกิดการระบาดของโรคต่างๆ
- 1.4 เกิดเหตุอัคคีภัยหรือไฟฟ้าลัดวงจร ทำให้ประชาชนบาดเจ็บหรือเสียชีวิต
- 1.5 สุขภาพจิตของผู้ประสบภัยเสื่อมลง

#### 2. ผลกระทบต่อเศรษฐกิจ

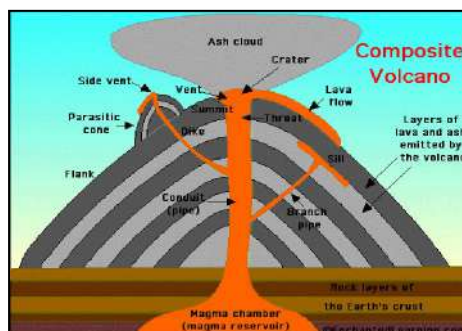
- 2.1 ระบบธุรกิจหยุดชะงักเนื่องจากระบบการคมนาคมสื่อสารถูกทำลายไม่มีการประกอบหรือดำเนินธุรกรรม หรือการผลิตใดๆ

2.2 รัฐต้องใช้งบประมาณในการดูแลสุขภาพการรักษาพยาบาลผู้ประสบภัยการ  
 ฟื้นฟูระบบสาธารณสุขภูมิภาคและบริการสาธารณสุขต่าง ๆ ตลอดจนการก่อสร้างที่อยู่อาศัยของ  
 ประชาชนและหน่วยงานราชการต่างๆส่งผลถึงงบประมาณที่ขาดหายไปในการพัฒนาประเทศ

### 2.3 พืชผลทางการเกษตรเสียหาย



### “ภูเขาไฟระเบิด”



ที่มา [http://weknowyourdreams.com/  
 image.php?pic=/images/volcano/volcano-](http://weknowyourdreams.com/image.php?pic=/images/volcano/volcano-)

ที่มา [http://www.zoomschool.com/subjects/  
 volcano/gifs/volcanodiagram.GIF01.jpg](http://www.zoomschool.com/subjects/volcano/gifs/volcanodiagram.GIF01.jpg)

### ผลกระทบจากภูเขาไฟระเบิด

1. การระเบิดของภูเขาไฟทำให้เกิดแก๊สพิษบางชนิด เช่น แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต
2. ลาวา ลาวาที่ไหลออกจากปล่องภูเขาไฟมีความเร็วในการเคลื่อนที่สูงประมาณ 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง ประชาชนบริเวณใกล้เคียงอาจหนีภัยไม่ทันอาจเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน
3. คลื่นสึนามิ ในกรณีที่เกิดการระเบิดของภูเขาไฟใต้น้ำ จะทำให้เกิดการถ่างโอบพลังงานสู่น้ำในทะเล หรือมหาสมุทรเกิดเป็นคลื่นสึนามิ ที่เป็นอันตรายต่อผู้ที่อยู่บริเวณชายฝั่งทะเลในแนวการเคลื่อนที่ของคลื่น

4. โคลนไพล การระเบิดของภูเขาไฟจะทำให้อากาศแปรปรวน มีฝนตกหนัก น้ำฝนจะชะล้างเถ้าฝุ่น เศษหินจากการระเบิดมีลักษณะคล้ายโคลน ไพลงสู่ที่ต่ำด้วยความเร็วสูง โคลนไพลนี้ทำให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งก่อสร้าง ที่อยู่อาศัย และชีวิตของมนุษย์

5. เถ้าฝุ่นภูเขาไฟ การระเบิดของภูเขาไฟมักเกิดเถ้าฝุ่นภูเขาไฟ ครอบคลุมอาณาบริเวณใกล้ภูเขาไฟ กระแสลมสามารถพัดพาเถ้าฝุ่นเหล่านั้นไปไกลเป็นพันกิโลเมตร ทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศและแหล่งน้ำของมนุษย์ เถ้าฝุ่นภูเขาไฟสามารถลอยขึ้นไปในบรรยากาศ และคงอยู่นานหลายปีกว่าจะตกลงบนพื้นโลกจนหมด



## เรื่องที่ 6 ปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อนและผลกระทบจากต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

### “สภาวะโลกร้อน (Global warming)”

#### ภาวะโลกร้อนเกิดจาก

การเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของ CO<sub>2</sub> ที่ออกมาจาก โรงงานอุตสาหกรรม รถยนต์ หรือการกระทำใดๆที่เผา เชื้อเพลิงฟอสซิล (เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ หรือ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ) ส่งผลให้ระดับปริมาณ CO<sub>2</sub> ในปัจจุบันสูงเกิน 300 ppm (300 ส่วนในล้านส่วน) เป็นครั้งแรกในรอบกว่า 6 แสนปี ซึ่งคาร์บอนไดออกไซด์ ที่มากขึ้นได้เพิ่มการกักเก็บความร้อนไว้ในโลกของเรามากขึ้นเรื่อยๆ จนเกิดเป็นภาวะโลกร้อน



ที่มา [http://mindworld.circlecamp.com/upload/greenhouse\\_effect\\_1\\_1380807280.jpg](http://mindworld.circlecamp.com/upload/greenhouse_effect_1_1380807280.jpg)

## “ปรากฏการณ์เรือนกระจกคืออะไร?”

### สาเหตุของปรากฏการณ์เรือนกระจก

"ปรากฏการณ์เรือนกระจก" (greenhouse effect) คือ ปรากฏการณ์ที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่นอินฟราเรดที่สะท้อนกลับถูกดูดกลืน โดยโมเลกุลของ ไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) มีเทน ( $\text{CH}_4$ ) คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs) และไนตรัสออกไซด์ ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ในบรรยากาศทำให้โมเลกุลเหล่านี้มีพลังงานสูงขึ้น มีการถ่ายเทพลังงานซึ่งกันและกันทำให้อุณหภูมิในชั้นบรรยากาศสูงขึ้น การถ่ายเทพลังงานและความยาวคลื่นของโมเลกุลเหล่านี้ต่อกันไป ในบรรยากาศ ทำให้โมเลกุลเกิดการสั่น การเคลื่อนไหวตลอดเวลาและมาชนถูกผิวหนังของเรา ทำให้เรารู้สึกร้อน ประเทศในเขตร้อนมีการเพาะปลูกพืชโดยอาศัยการควบคุมอุณหภูมิความร้อนโดยใช้หลักการที่พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ส่องผ่านกระจก แต่ความร้อนที่อยู่ภายในเรือนกระจกไม่สามารถสะท้อนกลับออกมา ทำให้อุณหภูมิภายในสูงขึ้นเหมาะแก่การเพาะปลูกของพืช จึงเป็นที่มาของคำว่าภาวะเรือนกระจก (greenhouse effect)

### ก๊าซที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ได้แก่

- คาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) เกิดจากการเผาไหม้ต่างๆ เป็นก๊าซที่สะสมพลังงานความร้อนในบรรยากาศโลกไว้มากที่สุด
- มีเทน ( $\text{CH}_4$ ) ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ เช่น ขยะมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ ของเสีย อูจจาระ

- คลอโรฟลูออโรคาร์บอน(CFCs) เป็นสารประกอบสำหรับทำความเย็น พบในเครื่องทำความเย็นต่างๆ เป็นสิ่งที่ยู่ร่วมกับฟรีออน และยังพบได้ในสเปรย์ต่าง ๆ อีกด้วย
- Nitrous Oxide (N<sub>2</sub>O) เป็นก๊าซมีพิษที่เกิดจากเครื่องยนต์ การเผาถ่านหิน และใช้ประกอบในรถยนต์เพื่อเพิ่มกำลังเครื่อง

#### ตารางแสดงก๊าซเรือนกระจกและแหล่งที่มา

แก๊สเรือนกระจก	แหล่งที่มา	ส่งผลให้โลกร้อนขึ้น (%)
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO <sub>2</sub> )	1) จากแหล่งธรรมชาติ เช่น กระบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิต 2) จากมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ , การตัดไม้ทำลายป่า (ลดการดูดซับ CO <sub>2</sub> )	57
ก๊าซมีเทน (CH <sub>4</sub> )	1) จากแหล่งธรรมชาติ เช่น จากการย่อยสลายของสิ่งมีชีวิต, การเผาไหม้ที่เกิดจากธรรมชาติ 2) จากมนุษย์ เช่น จากนาข้าว, แหล่งน้ำท่วม, จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทถ่านหิน น้ำมัน และแก๊สธรรมชาติ	12
ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N <sub>2</sub> O)	1) จากมนุษย์ เช่น อุตสาหกรรมที่ใช้กรดไนตริกในขบวนการผลิต, อุตสาหกรรมพลาสติก, อุตสาหกรรมไนลอน, อุตสาหกรรมเคมี, การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากซากพืชและสัตว์, ปุ๋ย, การเผาป่า 2) จากแหล่งธรรมชาติ - อยู่ในภาวะที่สมดุล	6
ก๊าซที่มีส่วนประกอบคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs)	จากมนุษย์ เช่น อุตสาหกรรมต่างๆ และอุปกรณ์เครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น โฟม, กระจ่างสเปรย์, เครื่องทำความเย็น ;	25



แก๊สเรือนกระจก	แหล่งที่มา	ส่งผลให้โลกร้อนขึ้น (%)
	ตู้เย็น แอร์ , ตู้ทำลาาย (แก๊สนี้จะรวมตัวทางเคมีได้ดีกับโอโซนทำให้โอโซนในชั้นบรรยากาศลดลงหรือเกิดรูรั่วในชั้นโอโซน)	



### ผลกระทบจากสภาวะโลกร้อน

**ด้านนิเวศวิทยา** แถบขั้วโลกได้รับผลกระทบมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งภูเขาน้ำแข็ง ก้อนน้ำแข็งละลายอย่างรวดเร็วทำให้ระดับน้ำทะเลทางขั้วโลกเพิ่มขึ้นและไหลลงสู่ทั่วโลก ทำให้เกิดน้ำท่วมได้ทุกทวีป นักวิจัยได้คาดการณ์ไว้ว่าในอีก 100 ปีข้างหน้า อุณหภูมิจะสูงขึ้นจากปัจจุบัน 4.5 องศาเซลเซียส

**ด้านเศรษฐกิจ** ปลาทะเลจะประสบปัญหาเนื่องจากความแปรปรวนของสภาพอากาศ ที่ส่งผลต่อแนวปะการัง ซึ่งเป็นที่อยู่และที่เพาะพันธุ์ของปลา ทำให้ปริมาณปลาลดลงส่งผลกระทบต่อการทำประมง เป็นต้น

**ด้านสุขภาพ** สภาวะของโลกที่ร้อนขึ้น ทำให้เหมาะแก่การเจริญเติบโตและแพร่กระจายของเชื้อโรคบางอย่าง เชื้อโรคบางชนิดที่เคยถูกควบคุมให้หมดไปแล้วอาจกลับมาอีกครั้ง รวมถึงศัตรูพืชที่ทำลายพืชอาหารของมนุษย์อีกด้วย

### วิธีการแก้ปัญหาโลกร้อนมีดังนี้

- 1) **เปลี่ยนหลอดไฟ** การเปลี่ยนหลอดไฟจากหลอดไส้ เป็นฟลูออเรสเซนต์หนึ่งดวง จะช่วยลดคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 150 ปอนด์ต่อปี
- 2) **ขับรถให้น้อยลง** หากเป็นระยะทางใกล้ ๆ สามารถเดิน หรือขี่จักรยานแทนได้ การขับรถยนต์เป็นระยะทาง 1 ไมล์ จะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ 1 ปอนด์
- 3) **รีไซเคิลให้มากขึ้น** ลดขยะของบ้านคุณให้ได้ครึ่งหนึ่ง จะช่วยลดคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึง 2,400 ปอนด์ต่อปี

4) **เช็คลมยาง** การขับรถโดยที่ยางมีลมน้อย อาจทำให้เปลืองน้ำมันขึ้นได้ถึง 3% จากปกติ น้ำมันทุก ๆ แกลลอนที่ประหยัดได้ จะลดคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 20 ปอนด์

5) **ใช้น้ำร้อนให้น้อยลง** ในการทำน้ำร้อนใช้พลังงานในการต้มสูงมาก การปรับเครื่องทำน้ำอุ่นให้มีอุณหภูมิ และแรงน้ำให้น้อยลง จะลดคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 350 ปอนด์ต่อปี หรือการซักผ้าในน้ำเย็น จะลดคาร์บอนไดออกไซด์ได้ปีละ 500 ปอนด์

6) **หลีกเลี่ยงผลิตภัณฑ์ที่มีบรรจุภัณฑ์เยอะ** เพียงแค่ลดขยะของตนเอง 10% จะลดคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 1,200 ปอนด์ต่อปี

7) **ปรับอุณหภูมิห้องของคุณ** (สำหรับเมืองนอก) ในฤดูหนาว ปรับอุณหภูมิของ heater ให้ต่ำลง 2 องศา และในฤดูร้อน ปรับให้สูงขึ้น 2 องศา จะลดคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 2,000 ปอนด์ต่อปี

8) **ปลูกต้นไม้** การปลูกต้นไม้หนึ่งต้น จะดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 1 ตัน ตลอดอายุของมัน

9) **ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไม่ใช้** ปิดทีวี คอมพิวเตอร์ เครื่องเสียง และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เมื่อไม่ใช้ จะลดคาร์บอนไดออกไซด์ได้นับพันปอนด์ต่อปี



## กิจกรรมท้ายบทที่ 6

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดคือความแตกต่างระหว่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบขั้นบุกเบิก (Primary succession) และการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบขั้นทดแทน (Secondary succession)
  - ก. เริ่มจากพื้นที่ว่างเปล่า
  - ข. แบบขั้นทดแทน (Secondary succession) เกิดขึ้นจากฝีมือมนุษย์
  - ค. มีขั้นชุมชนสมบูรณ์ (Climax stage) ที่แตกต่างกัน
  - ง. แบบขั้นทดแทน (Secondary succession) พื้นที่เคยเป็นป่าที่สมบูรณ์มาก่อนแล้ว ถูกทำลายจนเป็นพื้นที่ว่างเปล่า
2. ข้อใดคือตัวอย่างของทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ทั้งหมด
  - ก. เหล็ก อะลูมิเนียม แก้ว
  - ข. ทองแดง ท่อนไม้ ปลา
  - ค. ลม แสงอาทิตย์ เมฆ
  - ง. ถ่านหิน น้ำมัน LPG
3. เพราะเหตุใดจึงมีประชาชนบางกลุ่มที่ต่อต้านการสร้างอ่างเก็บน้ำ หรือเขื่อน
  - ก. ไม่มีความจำเป็น
  - ข. ขัดผลประโยชน์ท้องถิ่น
  - ค. ต้องการพื้นที่ไว้ทำการเกษตรมากกว่า
  - ง. ทำลายพื้นที่ป่าซึ่งเป็นแหล่งอาหารและถิ่นที่อยู่ของสัตว์ป่า
4. กิจกรรมใดมีผลโดยตรงในการทำลายสัตว์ป่า
  - ก. การทำสงคราม
  - ข. การเล่นกีฬาล่านก
  - ค. การเพิ่มขึ้นของประชากร
  - ง. การขยายตัวของชุมชนเมือง

5. ในการปรับปรุงบำรุงดินที่ถูกต้อง เพื่อการแก้ปัญหาดินขาดธาตุอาหารเราควรทำอย่างไร
- ก. ปล่อยน้ำให้ท่วมพื้นที่
  - ข. โรยปุ๋ยเคมีแล้วไถกลบ
  - ค. ปลูกพืชตระกูลถั่วแล้วไถกลบ
  - ง. ปล่อยให้หญ้าขึ้นเองตามธรรมชาติ
6. เพื่อเป็นการใช้ประโยชน์จากน้ำให้ได้ประโยชน์สูงสุด ผู้เรียนควรปฏิบัติตามข้อใด
- ก. นำน้ำที่ใช้ล้างจานแล้วไปรดน้ำต้นไม้ได้ทันที
  - ข. นำน้ำที่ใช้ล้างจานแล้วไปกรองแล้วนำกลับไปล้างรถ
  - ค. นำน้ำที่ใช้ล้างจานแล้วไปกรอง 3 ครั้ง แล้วนำกลับไปซักผ้า
  - ง. นำน้ำที่ใช้ล้างจานแล้วไปกรองแล้วนำกลับไปล้างจานใหม่
7. เพราะเหตุใดการเกิดแผ่นดินไหวจึงส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ
- ก. การคมนาคม การสื่อสารหยุดชะงักหรือถูกทำลาย
  - ข. เกิดโรคระบาด
  - ค. สุขภาพจิตเสีย
  - ง. ผู้คนบาดเจ็บ
8. เพราะเหตุใดการระเบิดของภูเขาไฟใต้น้ำจึงส่งผลให้เกิดคลื่นสึนามิ
- ก. เกิดการถ่ายโอนพลังงานสู่น้ำในทะเล
  - ข. กระแสลมเหนือภูเขาไฟใต้ทะเลพัดแรงมาก
  - ค. ลาวาที่ไหลออกจากปล่องภูเขาไฟมีความเร็วมาก
  - ง. การระเบิดของภูเขาไฟจะทำให้อากาศแปรปรวน

9. ข้อใดเป็นตัวอย่างของภัยธรรมชาติที่เกิดจากภาวะโลกร้อนที่เห็นได้ชัดเจนที่สุด

- ก. เกิดพายุไต้ฝุ่น
- ข. ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น
- ค. คลื่นความร้อนมากขึ้น
- ง. น้ำท่วมทุกปีและมากขึ้นทุกปี

10. ใครมีพฤติกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดภาวะโลกร้อน

- ก. นายดำ เผานาข้าวเพื่อเตรียมการปลูกข้าวรอบต่อไป
- ข. น้องลิ ชอบปลูกต้นไม้ดอกเล็กๆ ในกระถางพลาสติก
- ค. นายชา เตรียมบ่อเลี้ยงไส้เดือนเพื่อการกำจัดขยะสด
- ง. นายไม้ ชอบปลูกต้นยูคาลิปตัสเพื่อส่งขายโรงงานทำกระดาษ

## บทที่ 7

### ธาตุ สมบัติของธาตุและธาตุกัมมันตภาพรังสี

#### สาระสำคัญ

ทฤษฎี โครงสร้าง และการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม สมบัติของธาตุตามตารางธาตุ ประโยชน์ของตารางธาตุ สมบัติธาตุกัมมันตภาพรังสีและกัมมันตภาพรังสี ประโยชน์และผลกระทบจากกัมมันตภาพรังสี

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอม ตารางธาตุ สมการและปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน

#### ขอบข่ายเนื้อหา

เรื่องที่ 1 โครงสร้างและการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม

เรื่องที่ 2 ธาตุและตารางธาตุ

เรื่องที่ 3 ธาตุกัมมันตภาพรังสี

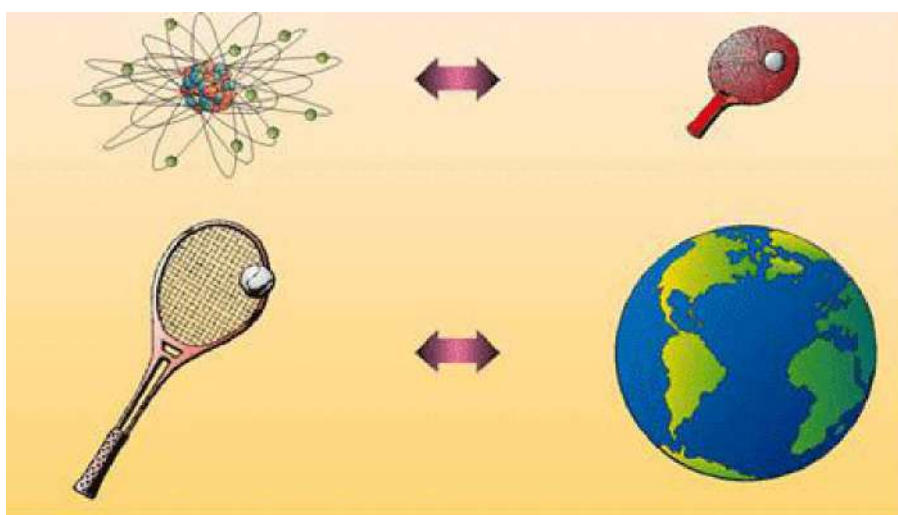
## บทที่ 7

### ธาตุ สมบัติของธาตุและธาตุกัมมันตภาพรังสี

#### เรื่องที่ 1 โครงสร้างและการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม

##### ความหมายของอะตอม

ดีโมคริตัส (นักปราชญ์ชาวกรีก) ได้กล่าวว่าทุกสิ่งทุกอย่างประกอบขึ้นจาก อนุภาคที่เล็กมาก จนไม่สามารถมองเห็นได้ อนุภาคเล็กๆ เหล่านี้จะรวมพวกเข้าด้วยกันโดยวิธีการต่างๆ สำหรับอนุภาคเองนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงและไม่สามารถแตกแยกออกเป็นชิ้นส่วนที่เล็กลงไปอีกได้ ดีโมคริตัสตั้งชื่ออนุภาคนี้ว่า **อะตอม (Atom)** จากภาษากรีกที่ว่า atoms ซึ่งมีความหมายว่า **ไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก** ตามความคิดเห็นของเขา อะตอมเป็นชิ้นส่วนที่เล็กที่สุดของสสารที่สามารถจะคงอยู่ได้



ภาพการเปรียบเทียบขนาดของอะตอม

##### ประโยชน์จากการเรียนเรื่องโครงสร้างอะตอม

1. ทราบสมบัติทางเคมีและสมบัติการเปล่งแสงของธาตุ
2. เราสามารถศึกษาแกแล็กซี (galaxy) ดวงดาวและดาวเคราะห์ต่างๆ โดยพิจารณาจากการศึกษาสเปกตรัมที่ได้จากดวงดาว



## แบบจำลองอะตอม

เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าสารต่าง ๆ นั้นประกอบด้วยอะตอม แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีผู้ใดเคยเห็นรูปร่างที่แท้จริงของอะตอม รูปร่างหรือโครงสร้างของอะตอม จึงเป็นเพียงจินตนาการหรือมโนภาพที่สร้างขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับการทดลอง เรียกว่า “แบบจำลองอะตอม” ซึ่งจัดเป็นทฤษฎีประเภทหนึ่ง แบบจำลองอะตอมอาจเปลี่ยนแปลงไปได้ ตามผลการทดลองหรือข้อมูลใหม่ ๆ เมื่อแบบจำลองอะตอมเดิมอธิบายไม่ได้ ดังนั้นแบบจำลองอะตอม จึงได้มีการแก้ไขพัฒนาหลายครั้งเพื่อให้สอดคล้องกับการทดลอง นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่มีกำลังขยายสูงมากร่วมกับคอมพิวเตอร์ และถ่ายภาพที่เชื่อว่าเป็นภาพภายนอกของอะตอม



## แบบจำลองอะตอมของจอห์น ดอลตัน

จอห์น ดอลตัน นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้เสนอทฤษฎีอะตอมโดยอาศัยข้อมูลจากการทดลองที่พอจะศึกษาได้และนับว่าเป็นทฤษฎีแรกที่เกี่ยวข้องกับอะตอมที่พอจะเชื่อถือได้ ซึ่งมีความ ดังนี้

- สารทุกชนิดประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็กที่สุด เรียกว่า “อะตอม”
- อะตอมจะไม่สามารถแบ่งแยกได้ และไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้
- อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันจะมีสมบัติเหมือนกัน



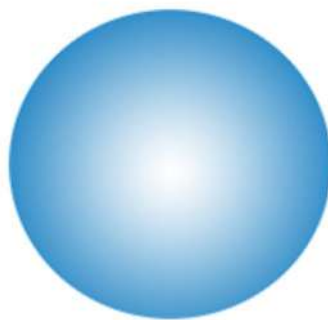
ทุกประการ

- อะตอมของธาตุต่างกันจะมีสมบัติต่างกัน
- ธาตุตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปสามารถรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบ โดยมี

อัตราส่วนการรวมตัวเป็นตัวเลขอย่างง่าย เช่น CO CO<sub>2</sub>

จากทฤษฎีอะตอมของดอลตัน แบบจำลองอะตอมมีลักษณะดังรูป





### ลักษณะแบบจำลองอะตอมของดอลตัน

ตามทฤษฎีอะตอมของดอลตัน อะตอมในแนวคิดปัจจุบัน ข้อ 1, 3, 4 ใช้ไม่ได้ในปัจจุบัน

ข้อ 1. อะตอมไม่ใช่สิ่งที่เล็กที่สุด อะตอมยังประกอบด้วยอนุภาคอิเล็กตรอน, โปรตอน, นิวตรอน เป็นต้น

ข้อ 3 - 4 อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีคุณสมบัติทางกายภาพไม่เหมือนกัน กล่าวคือ มีมวลไม่เท่ากัน ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป ในเรื่อง "ไอโซโทป"

### แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

เซอร์ โจเซฟ จอห์น ทอมสัน (J.J Thomson) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้สนใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในหลอดรังสีแคโทด จึงทำการทดลองเกี่ยวกับการนำไฟฟ้าของแก๊สขึ้นในปี พ.ศ.2440 (ค.ศ. 1897) และได้สรุปสมบัติของรังสีไว้หลายประการ ดังนี้

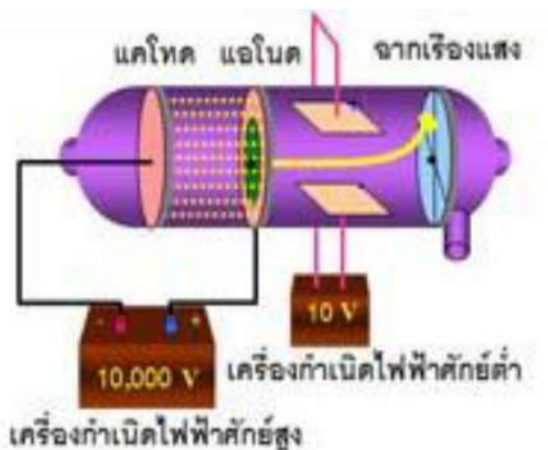


1. รังสีแคโทดเดินทางเป็นเส้นตรงจากขั้วแคโทดไปยังขั้วแอโนดเนื่องจากรังสีแคโทดทำให้เกิดเงาดำของวัตถุได้

ถ้านำวัตถุไปขวางทางเดินของรังสี

2. รังสีแคโทดเป็นอนุภาคที่มีมวล เนื่องจากรังสีทำให้ใบพัดที่ขวางทางเดินของรังสีหมุนได้เหมือนลูกกลมพัด

3. รังสีแคโทดประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุลบ เนื่องจากเบี่ยงเบนเข้าหาขั้วบวกของสนามไฟฟ้า



### หลอดรังสีแคโทด

### รังสีแคโทดเบี่ยงเบนเข้าหาขั้วบวกของสนามไฟฟ้า

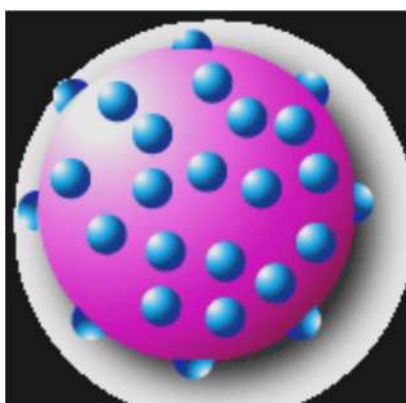
จากผลการทดลองนี้ ทอมสันอธิบายได้ว่า อะตอมของโลหะที่ขั้วแคโทดเมื่อได้รับกระแสไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์สูงจะปล่อยอิเล็กตรอนออกมาจากอะตอม อิเล็กตรอนมีพลังงานสูง และเคลื่อนที่ภายในหลอด ถ้าเคลื่อนที่ชนอะตอมของแก๊สจะทำให้อิเล็กตรอนในอะตอมของแก๊สหลุดออกจากอะตอม อิเล็กตรอนจากขั้วแคโทดและจากแก๊สซึ่งเป็นประจุลบจะเคลื่อนที่ไปยังขั้วแอโนด ขณะเคลื่อนที่ถ้ากระทบฉากรังสีเรืองแสง เช่น ZnS ทำให้ฉากรังสีเรืองแสง ซึ่งทอมสันสรุปว่ารังสีแคโทดประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุลบเรียกว่า “อิเล็กตรอน” และยังสามารถหาค่าอัตราส่วนประจุต่อมวล ( $e/m$ ) ของอิเล็กตรอนโดยใช้สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าช่วยในการหา ซึ่งได้ค่าประจุต่อมวลของอิเล็กตรอนเท่ากับ  $1.76 \times 10^8$  C/g ค่าอัตราส่วน  $e/m$  นี้จะมีค่าคงที่ ไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะที่เป็นขั้วแคโทด และไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของแก๊สที่บรรจุอยู่ในหลอดรังสีแคโทด แสดงว่าในรังสีแคโทดประกอบด้วยอนุภาคไฟฟ้าที่มีประจุลบเหมือนกันหมดคือ อิเล็กตรอน นั่นเอง ทอมสันจึงสรุปว่า “อิเล็กตรอนเป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งของอะตอม และอิเล็กตรอนของทุกอะตอมจะมีสมบัติเหมือนกัน”



## การค้นพบโปรตอน

การค้นพบโปรตอน ในปี พ.ศ. 2409 (ค.ศ.1866) ออยเกน โกลด์ชไตน์ นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ได้ทำการทดลองโดยเจาะรูที่ขั้วแคโทดในหลอดรังสีแคโทด พบว่าเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในหลอดรังสีแคโทดจะมีอนุภาคชนิดหนึ่งเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงไปในทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของรังสีแคโทดผ่านรูของขั้วแคโทด และทำให้ฉากด้านหลังขั้วแคโทดเรืองแสงได้ โกลด์ชไตน์ได้ตั้งชื่อว่า “รังสีแคแนล” (canal ray) หรือ “รังสีบวก” (positive ray) สมบัติของรังสีบวกมีดังนี้

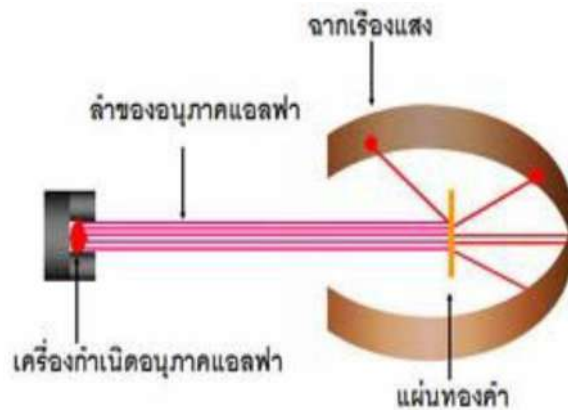
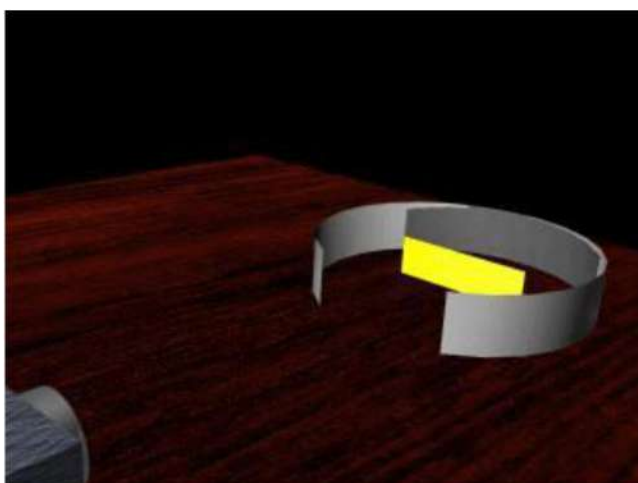
1. เดินทางเป็นเส้นตรงไปยังขั้วแคโทด
2. เมื่อผ่านรังสีนี้ไปยังสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า รังสีนี้จะเบี่ยงเบนไปในทิศทางตรงข้ามกับรังสีแคโทด แสดงว่ารังสีนี้ประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก
3. มีอัตราส่วนประจุต่อมวลไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับชนิดของแก๊สในหลอด และถ้าเป็นแก๊สไฮโดรเจนรังสีนี้จะมีอัตราส่วนประจุต่อมวลสูงสุด เรียกอนุภาคบวกในรังสีแคแนลของไฮโดรเจนว่า “โปรตอน”
4. มีมวลมากกว่ารังสีแคโทด เนื่องจากความเร็วในการเคลื่อนที่ต่ำกว่ารังสีแคโทด ทอมสันได้วิเคราะห์การทดลองของโกลด์ ชไตน์ และการทดลองของทอมสัน จึงเสนอแบบจำลองอะตอมว่า “อะตอมเป็นรูปทรงกลมประกอบด้วยเนื้ออะตอมซึ่งมีประจุบวกและมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายอยู่ทั่วไป อะตอมในสภาพที่เป็นกลางทางไฟฟ้าจะมีจำนวนประจุบวกเท่ากับจำนวนประจุลบ”



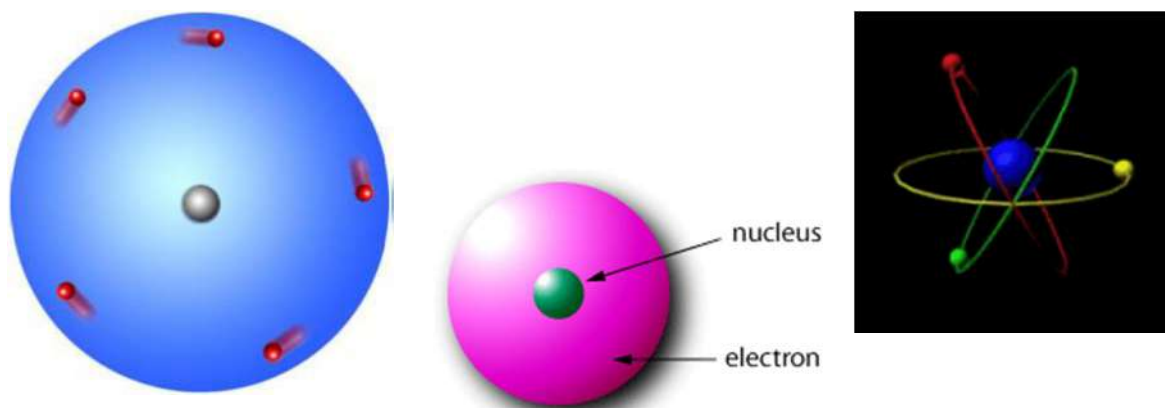
### แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

ในปี พ.ศ.2453 (ค.ศ.1910) เซอร์ เออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด (Sir Ernest Rutherford) ได้ศึกษาแบบจำลองอะตอมของทอมสัน และเกิดความสงสัยว่าอะตอมจะมีโครงสร้างตามแบบจำลองของทอมสันจริงหรือไม่ โดยตั้งสมมติฐานว่า “ถ้าอะตอมมีโครงสร้างตามแบบจำลองของทอมสันจริง ดังนั้นเมื่อยิงอนุภาคแอลฟาซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นบวกเข้าไปในอะตอม แอลฟาทุกอนุภาคจะทะลุผ่านเป็นเส้นตรงทั้งหมดเนื่องจากอะตอมมีความหนาแน่นสม่ำเสมอเหมือนกันหมดทั้งอะตอม” เพื่อพิสูจน์สมมติฐานนี้ รัทเทอร์ฟอร์ดได้ทำการทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ โดยมีความหนาไม่เกิน 10–4 cm โดยมีฉากสารเรืองแสงรองรับ ปรากฏผลการทดลอง ดังนี้

1. อนุภาคส่วนมากเคลื่อนที่ทะลุผ่านแผ่นทองคำเป็นเส้นตรง
2. อนุภาคส่วนน้อยเบี่ยงเบนไปจากเส้นตรง
3. อนุภาคส่วนน้อยมากสะท้อนกลับมาด้านหน้าของแผ่นทองคำ



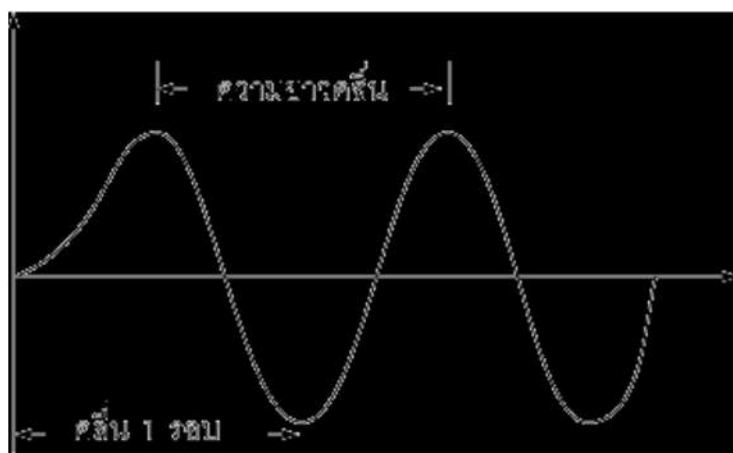
ถ้าแบบจำลองอะตอมของทอมสันถูกต้อง เมื่อยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ นี้ อนุภาคแอลฟาควรพุ่งทะลุผ่านเป็นเส้นตรงทั้งหมดหรือเบี่ยงเบนเพียงเล็กน้อย เพราะอนุภาคแอลฟามีประจุบวกจะเบี่ยงเบนเมื่อกระทบกับประจุบวกที่กระจายอยู่ในอะตอม แต่แบบจำลองอะตอมของทอมสันอธิบายผลการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ดไม่ได้ รัทเทอร์ฟอร์ดจึงเสนอแบบจำลองอะตอมขึ้นมาใหม่ ดังนี้



### แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

“อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีโปรตอนรวมกันอยู่ตรงกลาง นิวเคลียสมีขนาดเล็กแต่มีมวลมาก และมีประจุบวก ส่วนอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบและมีมวลน้อยมากวิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส”

### แบบจำลองอะตอมของโบร์

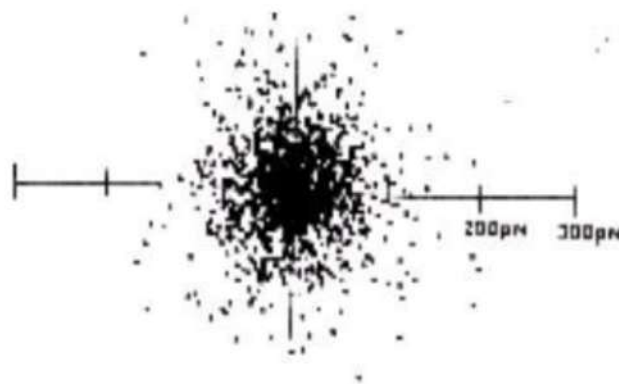


จากแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดทำให้ทราบถึงการจัดโครงสร้างของอนุภาคต่างๆในนิวเคลียสแต่ไม่ได้อธิบายว่าอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสอยู่ในลักษณะใด นักวิทยาศาสตร์ในลำดับต่อมาได้หาวิธีทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งของอิเล็กตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียส วิธีหนึ่งก็คือการศึกษาสมบัติและปรากฏการณ์ของคลื่นและแสง แล้วนำมาสร้างเป็น

แบบจำลอง คลื่นชนิดต่าง ๆ เช่น คลื่นแสง คลื่นเสียง มีสมบัติสำคัญ 2 ประการ คือ ความยาวคลื่นและความถี่

### แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

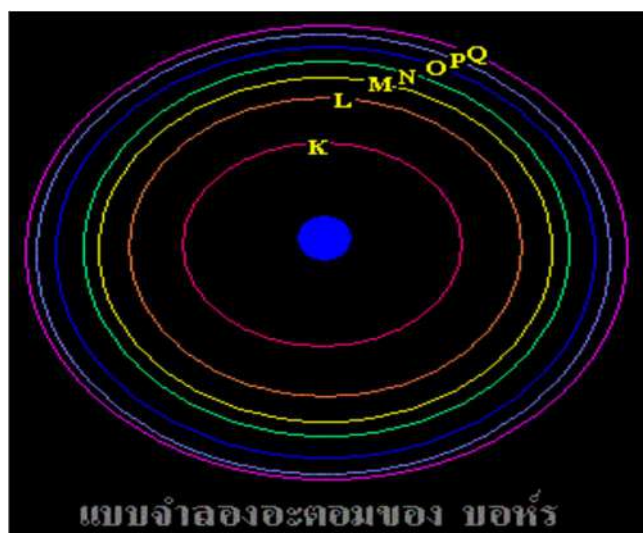
อิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสอย่างรวดเร็วด้วยรัศมีไม่แน่นอนจึงไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนของอิเล็กตรอนได้บอกได้แต่เพียงโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนในบริเวณต่างๆปรากฏการณ์แบบนี้เรียกว่ากลุ่มหมอกของอิเล็กตรอน บริเวณที่มี



กลุ่มหมอกอิเล็กตรอนหนาแน่นจะมีโอกาสพบอิเล็กตรอนมากกว่าบริเวณที่เป็นหมอกจาง การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสอาจเป็นรูปทรงกลมหรือรูปอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับระดับพลังงานของอิเล็กตรอน แต่ผลรวมของกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนทุกระดับพลังงาน

### การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม

1. อิเล็กตรอนที่วิ่งอยู่รอบๆนิวเคลียสนั้น จะอยู่กันเป็นชั้นๆตามระดับพลังงาน ระดับพลังงานที่อยู่ใกล้นิวเคลียสที่สุด (ชั้น K) จะมีพลังงานต่ำที่สุด และอิเล็กตรอนในระดับพลังงานชั้นถัดออกมาจะมีพลังงานสูงขึ้นตามลำดับ พลังงานของอิเล็กตรอนของระดับชั้นพลังงาน  $K < L < M < N < O < P < Q$  หรือชั้นที่  $1 < 2 < 3 < 4 < 5 < 6 < 7$



2. ในแต่ละชั้นของระดับพลังงาน จะมีจำนวนอิเล็กตรอนได้ไม่เกิน  $2n^2$  เมื่อ  $n =$  เลขชั้น เลขชั้นของชั้น  $K=1, L=2, M=3, N=4, O=5, P=6$  และ  $Q=7$

ตัวอย่าง จำนวน  $e^-$  ในระดับพลังงานชั้น  $K$  มีได้ไม่เกิน  $2n^2 = 2 \times 1^2 = 2 \times 1 = 2$

จำนวน  $e^-$  ในระดับพลังงานชั้น  $N$  มีได้ไม่เกิน  $2n^2 = 2 \times 4^2 = 2 \times 16 = 32$

3. ในแต่ละระดับชั้นพลังงาน จะมีระดับพลังงานชั้นย่อยได้ไม่เกิน 4 ชั้นย่อย และมีชื่อเรียกชั้นย่อย ดังนี้ s,p,d,f, ในแต่ละชั้นย่อยจะมีจำนวน  $e^-$  ได้ไม่เกินดังนี้ ระดับพลังงานชั้นย่อย s มี  $e^-$  ได้ไม่เกิน 2 ตัว ระดับพลังงานชั้นย่อย p มี  $e^-$  ได้ไม่เกิน 6 ตัว ระดับพลังงานชั้นย่อย d มี  $e^-$  ได้ไม่เกิน 10 ตัว ระดับพลังงานชั้นย่อย f มี  $e^-$  ได้ไม่เกิน 14 ตัว เขียนเป็น  $s^2 p^6 d^{10} f^{14}$

ระดับพลังงานชั้น ( n )	มีจำนวน $e^-$ ไม่เกิน(ตัว)	มีชั้นย่อย ไม่เกิน
1	2	s
2	8	s , p
3	18	s , p , d
4	32	s , p , d , f
5	50	s , p , d , f
6	72	s , p , d , f
7	98	s , p , d , f

การจัดเรียงอิเล็กตรอน ให้จัดเรียง  $e^-$  ในระดับพลังงานชั้นย่อยโดยจัดเรียงลำดับตามลูกศร

K 1	s			
L 2	s	p		
M 3	s	p	d	
N 4	s	p	d	f
O 5	s	p	d	f
P 6	s	p	d	f
Q 7	s	p	d	f

การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม

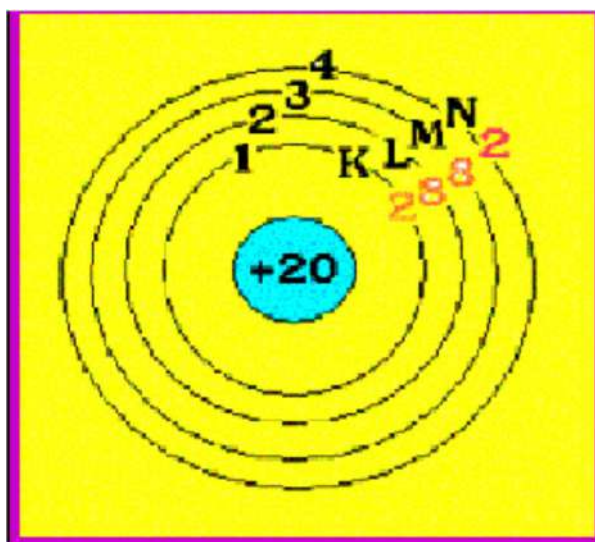
ตัวอย่าง จงจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุ คัลเซียม (Ca) ธาตุ Ca มีเลขอะตอม = 20 แสดงว่ามี  $p = 20$  และมี  $e^- = 20$  ตัว (ดูเลขอะตอม จากตารางธาตุ) แล้วจัดเรียง  $e^-$  ดังนี้

K 1	s <sup>2</sup>			
L 2	s <sup>2</sup>	p <sup>6</sup>		
M 3	s <sup>2</sup>	p <sup>6</sup>	d	
N 4	s <sup>2</sup>	p	d	f
O 5	s	p	d	f
P 6	s	p	d	f
Q 7	s	p	d	f

การจัดเรียง  $e^-$  ของธาตุ Ca = 2, 8, 8, 2



มีแผนผังการจัดเรียง  $e^-$  ดังนี้ Ca มีจำนวน  $e^-$  ในระดับพลังงานชั้นนอกสุด = 2 ตัว จำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานชั้นนอกสุด เรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอน (Valence electron) ดังนั้น Ca มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน = 2



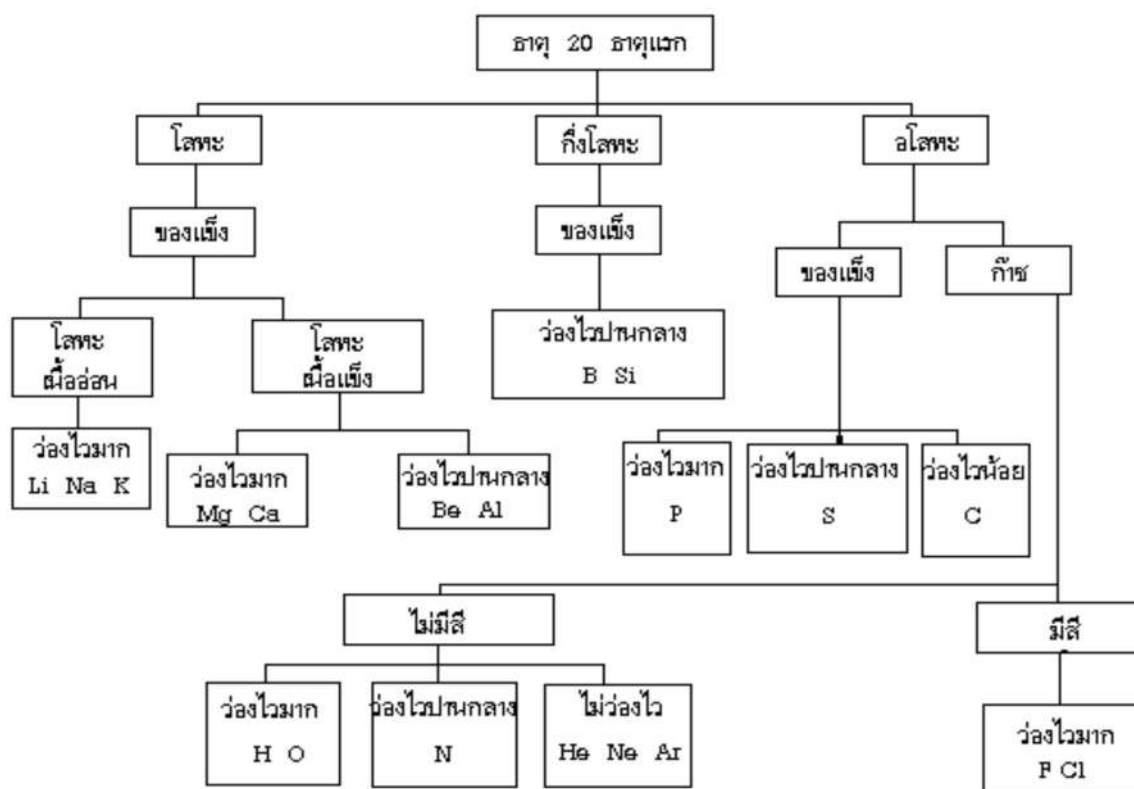
ตารางธาตุ (Periodic table of elements)



## เรื่องที่ 2 ธาตุและตารางธาตุ

### ความหมายของธาตุ

ธาตุ (element) สารเป็นสารบริสุทธิ์ที่มีโมเลกุลประกอบด้วยอะตอมชนิดเดียวกัน มีธาตุที่ค้นพบแล้ว 118 ธาตุ เป็นธาตุที่อยู่ในธรรมชาติ 94 ธาตุ เช่น โซเดียม (Na) แมกนีเซียม (Mg) คาร์บอน (C) ออกซิเจน (O) เป็นต้น



แผนผังการจัดธาตุ 20 ธาตุแรกออกเป็นหมวดหมู่

ตารางแสดงสมบัติบางประการของธาตุ เรียงตามมวลอะตอม

ธาตุ	สัญลักษณ์	มวลอะตอม	ลักษณะที่อุณหภูมิต่ำ	mp.( $^{\circ}\text{C}$ )	d (g/cm $^3$ )	ความเป็นโลหะ-อโลหะ	ความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยา
ไฮโดรเจน	H	1.008	ก๊าซไม่มีสี	-259	0.07*	อโลหะ	มาก
ฮีเลียม	He	4.003	ก๊าซไม่มีสี	-272	0.15*	โลหะ	ไม่เกิด
ลิเทียม	Li	6.94	ของแข็งสีเงิน	180	0.53	โลหะ	มาก
เบริลเลียม	Be	9.01	ของแข็งสีเงิน	1280	1.45	โลหะ	ปานกลาง
โบรอน	B	10.81	ของแข็งสีดำ	2030	2.34	กึ่งโลหะ	ปานกลาง
คาร์บอน	C	12.01	ของแข็งสีดำ	3730	2.26	อโลหะ	น้อย

mp. = จุดหลอมเหลว d = ความหนาแน่น \* = ความหนาแน่นขณะเป็นของเหลว

จากตารางแสดงสมบัติของธาตุ ถ้าจัดธาตุเหล่านี้มาจัดเป็นพวกโดยอาศัยเกณฑ์ต่าง ๆ ตามตาราง จะแบ่งธาตุออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. โลหะ (metal) เป็นกลุ่มธาตุที่มีสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าได้ นำความร้อนที่ดี เหนียว มีจุดเดือดสูงปกติเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง (ยกเว้นปรอท) เช่น แคลเซียม อะลูมิเนียม เหล็ก เป็นต้น

2. อโลหะ (non-metal) เป็นกลุ่มธาตุที่มีสมบัติไม่นำไฟฟ้า มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ เปราะบาง และมีการแปรผันทางด้านคุณสมบัติทางกายภาพมากกว่าโลหะ

3. กึ่งโลหะ (metalloid) เป็นกลุ่มธาตุที่มีสมบัติก้ำกึ่งระหว่างโลหะและอโลหะ เช่น ธาตุซิลิคอน และเจอร์เมเนียม มีสมบัติบางประการคล้ายโลหะ เช่น นำไฟฟ้าได้บ้างที่อุณหภูมิปกติ และ นำไฟฟ้าได้มากขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น เป็นของแข็ง เป็นมันวาวสีเงิน จุดเดือดสูง แต่เปราะแตกง่าย คล้ายอโลหะ เช่น ออกซิเจน กำมะถัน ฟอสฟอรัส เป็นต้น



### ตารางธาตุ (Periodic table of elements)

คือ ตารางที่นักวิทยาศาสตร์ได้รวบรวมธาตุต่างๆ ไว้เป็นหมวดหมู่ตามลักษณะ และคุณสมบัติที่เหมือนกัน เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาในแต่ละส่วนของตารางธาตุ โดยคาบ ( Period ) เป็นการจัดแถวของธาตุแนวนอน ส่วนหมู่ ( Group ) เป็นการจัดแถวของธาตุในแนวตั้ง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Group→	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
↓Period																		
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	* 71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	* 103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
			* 57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb		
			* 89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No		

### ภาพตารางธาตุปัจจุบัน

1. ธาตุหมู่หลัก มีทั้งหมด 8 หมู่ (Group) 7 คาบ (Period) โดยธาตุที่อยู่ด้านซ้ายของเส้นขั้นบันได จะเป็นโลหะ (Metal) ส่วนทางด้านขวาเป็นอโลหะ (Non metal) ส่วนธาตุที่อยู่ติดกับเส้นขั้นบันไดนั้น จะเป็นกึ่งโลหะ (Metalloid)

2. ธาตุทรานซิชัน มีทั้งหมด 8 หมู่ แต่หมู่ 8 มีทั้งหมด 3 หมู่ย่อย จึงมีธาตุต่างๆ รวม 10 หมู่ และมีทั้งหมด 4 คาบ ธาตุอินเนอร์ทรานซิชัน มี 2 คาบโดยมีชื่อเฉพาะเรียกคาบแรกว่าคาบแลนทาไนด์

3. (Lanthanide series) และเรียกคาบที่สองว่า คาบแอกทิไนด์ (Actinide series) เพราะเป็นคาบที่อยู่ต่อมาจาก 57La (Lanthanum) และ 89Ac (Actinium) ตามลำดับ คาบละ 14 ตัวรวมเป็น 28 ตัว

## การจัดเรียงธาตุลงในตารางธาตุ

เมื่อทราบการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุต่างๆ แล้วจะเห็นว่าสามารถจัดกลุ่มธาตุได้ง่ายขึ้น โดยธาตุที่มีระดับพลังงานเท่ากัน ก็จะถูกจัดอยู่ในคาบเดียวกัน ส่วนธาตุที่มีจำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดเท่ากัน ก็จะถูกจัดอยู่ในหมู่เดียวกัน ดังภาพ

1								8
H	2	3	4	5	6	7		He
Li	Be	B	C	N	O	F		Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl		Ar

ภาพการจัดเรียงธาตุลงในตารางธาตุ

## ประเภทของธาตุในตารางธาตุ

**ธาตุโลหะ (metal)** โลหะทรานซิชันเป็นต้นฉบับของโลหะ ธาตุโลหะเป็นธาตุที่มีสถานะเป็นของแข็ง ( ยกเว้นปรอท ที่เป็นของเหลว) มีผิวที่มันวาว นำความร้อน และนำไฟฟ้าได้ดี มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง ( ช่วงอุณหภูมิระหว่างจุดหลอมเหลวกับจุดเดือดจะต่างกันมาก) ได้แก่ โซเดียม (Na) เหล็ก (Fe) แคลเซียม (Ca) ปรอท (Hg) อะลูมิเนียม (Al) แมกนีเซียม (Mg) สังกะสี (Zn) ดีบุก (Sn) เป็นต้น

**ธาตุอโลหะ ( Non metal )** มีได้ทั้งสามสถานะ สมบัติส่วนใหญ่จะตรงข้ามกับโลหะ เช่น ผิวไม่มันวาว ไม่นำไฟฟ้า ไม่นำความร้อน จุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่ำ เป็นต้น ได้แก่ คาร์บอน (C) ฟอสฟอรัส (P) กำมะถัน (S) โบรมีน (Br) ออกซิเจน (O<sub>2</sub>) คลอรีน (Cl<sub>2</sub>) ฟลูออรีน (F<sub>2</sub>) เป็นต้น

**ธาตุกึ่งโลหะ (metalloid)** เป็นธาตุกึ่งตัวนำ คือ มันจะสามารถนำไฟฟ้าได้เฉพาะในภาวะหนึ่งเท่านั้น ธาตุกึ่งโลหะเหล่านี้จะอยู่บริเวณเส้นขั้นบันได ได้แก่ โบรอน (B) ซิลิคอน ( Si) เป็นต้น

ธาตุกัมมันตภาพรังสี เป็นธาตุที่มีส่วนประกอบของ นิวตรอน กับโปรตอน ไม่เหมาะสม (>1.5) ธาตุที่ 83 ขึ้นไปเป็นธาตุกัมมันตภาพรังสีทุกไอโซโทปมีครึ่งชีวิต



### สมบัติของธาตุตามตารางธาตุ

#### สมบัติของธาตุในแต่ละหมู่

**ธาตุหมู่ I A หรือโลหะอัลคาไล (alkaline metal)** โลหะอัลคาไล ได้แก่ ลิเทียม โซเดียม โพแทสเซียม รูบิเดียม ซีเซียม และแฟรนเซียม มีสมบัติดังนี้ คือ เป็นโลหะอ่อน ใช้มีดตัดได้ เป็นหมู่โลหะที่มีความว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยามากที่สุด สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ จึงต้องเก็บไว้ในน้ำมัน ออกไซด์และไฮดรอกไซด์ของโลหะอัลคาไลละลายน้ำ ได้สารละลายเบสแก่ เมื่อเป็นไอออน จะมีประจุบวก มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่ำ มีความหนาแน่นต่ำเมื่อเทียบกับโลหะอื่นๆ มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน = 1

**ธาตุหมู่ II A หรือโลหะอัลคาไลน์เอิร์ธ (alkaline earth)** โลหะอัลคาไลน์เอิร์ธ ได้แก่ เบริลเลียม แมกนีเซียม แคลเซียม สตรอนเซียม แบเรียม เรเดียม มีสมบัติดังนี้ คือ มีความว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยามาก แต่น้อยกว่าโลหะ อัลคาไล ทำปฏิกิริยากับน้ำได้สารละลายเบส สารประกอบโลหะอัลคาไลน์เอิร์ธพบมากในธรรมชาติ โลหะอัลคาไลน์เอิร์ธมีความว่องไวแต่น้อยกว่าโลหะอัลคาไล โลหะอัลคาไลน์เอิร์ธมีเวเลนซ์อิเล็กตรอน = 2

**ธาตุหมู่ III - ธาตุหมู่ III** ได้แก่ B Al Ga In Tl มีสมบัติดังนี้ คือ - มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน = 3

**ธาตุหมู่ IV - ธาตุหมู่ IV** ได้แก่ C Si Ge Sn Pb มีสมบัติดังนี้ คือ - มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน = 4

**ธาตุหมู่ V - ธาตุหมู่ V** ได้แก่ N P As Sb Bi มีสมบัติดังนี้ คือ - มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน = 5

**ธาตุหมู่ VI - ธาตุหมู่ VI** ได้แก่ O S Se Te Po - มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน = 6

**ธาตุหมู่ VII หรือหมู่แฮโลเจน (Halogen group)** หมู่ธาตุแฮโลเจน ได้แก่ ฟลูออรีน คลอรีน โบรมีน ไอโอดีน และแอสทาทีน เป็นหมู่โลหะที่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยามากที่สุด (F ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยามากที่สุด) เป็นธาตุที่มีพิษทุกธาตุและมีกลิ่นแรง โมเลกุลของธาตุ

แฮโลเจนประกอบด้วย 2 อะตอม ( $\text{Cl}_2$   $\text{Br}_2$   $\text{I}_2$ ) แฮโลเจนไอออนมีประจุลบหนึ่ง ( $\text{F}^-$   $\text{Cl}^-$   $\text{Br}^-$   $\text{I}^-$   $\text{At}^-$ )

ธาตุหมู่ VIII หรือก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล(Inert gas) ก๊าซมีตระกูล ได้แก่ ฮีเลียม นีออน อาร์กอน คริปทอน ซีโนน และเรดอน มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเต็ม 8 อิเล็กตรอน จึงทำให้เป็นก๊าซที่ไม่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา ก๊าซมีตระกูลอยู่เป็นอะตอมเดี่ยว แต่ยกเว้น Kr กับ Xe ที่สามารถสร้างพันธะได้



### ขนาดอะตอมของธาตุ

หน่วยพิโกเมตร

-																	●			
H 37																	He 93			
●	●											●	●	●	●	●	●	●	●	
Li 134	Be 90													B 82	C 87	N 76	O 73	F 72	Ne 131	
●	●											●	●	●	●	●	●	●	●	●
Na 154	Mg 130													Al 118	Si 111	P 106	S 102	Cl 99	Ar 174	
●	●	●	●								●	●	●	●	●	●	●	●	●	
K 196	Ca 174	Sc 144	Ti 136	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu 138	Zn 131	Ga 126	Ge 122	As 119	Se 116	Br 114	Kr 174			
●	●	●	●							●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Rb 211	Sr 192	Y 162	Zr 148	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag 153	Cd 148	In 144	Sn 141	Sb 138	Te 135	I 133	Xe 209			
●	●	●								●	●	●	●	●			●	●	●	
Cs 225	Ba 198	La 169	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au 150	Hg 149	Tl 148	Pb 147	Bi 146	Po	At	Rn 214			

### ขนาดอะตอมของธาตุต่างๆ

ขนาดของอะตอมนั้นถ้าจะพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อขนาดของอะตอม นั้นอาจแบ่งแยกออกได้เป็นข้อ เรียงตามลำดับความสำคัญได้ ดังนี้

1. จำนวนระดับพลังงาน
2. จำนวนโปรตอน
3. จำนวนอิเล็กตรอน

## ขนาดไอออนของธาตุ

หน่วยพิโกเมตร

อะตอมของธาตุนั้น สามารถเกิดเป็นไอออนได้ เมื่อธาตุใดๆ เกิดเป็นไอออนแล้ว นอกจากจะทำให้มีประจุไฟฟ้าแล้ว ยังส่งผลให้ขนาดของอะตอมของธาตุนั้นๆ เปลี่ยนแปลงไปอีกด้วย โดยปกติประจุบวกจะมีขนาดอะตอมเล็กกว่าอะตอมเดิม เนื่องจากโปรตอนสามารถดึงอิเล็กตรอนได้มากขึ้น ส่วนประจุลบจะมีขนาดใหญ่กว่าอะตอมเดิม เนื่องจากโปรตอนดึงอิเล็กตรอนได้น้อยลง ดังแผนภาพ

Group 1A	Group 2A	Group 3A	Group 6A	Group 7A
Li <sup>+</sup> Li 0.68 1.52	Be <sup>2+</sup> Be 0.31 1.13	B <sup>3+</sup> B 0.23 0.88	O O <sup>2-</sup> 0.73 1.40	F F <sup>-</sup> 0.71 1.33
Na <sup>+</sup> Na 0.97 1.88	Mg <sup>2+</sup> Mg 0.68 1.60	Al <sup>3+</sup> Al 0.51 1.43	S S <sup>2-</sup> 1.04 1.84	Cl Cl <sup>-</sup> 0.99 1.81
K <sup>+</sup> K 1.33 2.27	Ca <sup>2+</sup> Ca 0.99 1.97	Ga <sup>3+</sup> Ga 0.62 1.22	Se Se <sup>2-</sup> 1.17 1.98	Br Br <sup>-</sup> 1.14 1.98
Rb <sup>+</sup> Rb 1.47 2.47	Sr <sup>2+</sup> Sr 1.33 2.15	In <sup>3+</sup> In 0.81 1.63	Te Te <sup>2-</sup> 1.43 2.21	I I <sup>-</sup> 1.33 2.20



## ประโยชน์ของตารางธาตุ

1. การจัดธาตุเป็นหมู่และคาบ ทำให้ทราบสมบัติของธาตุในหมู่เดียวกันได้
2. สามารถที่จะทราบสมบัติต่าง ๆ จากธาตุในหมู่เดียวกัน จากธาตุที่ทราบสมบัติต่าง ๆ แล้ว
3. นำไปทำนายสมบัติของธาตุต่าง ๆ ที่ยังไม่ทราบในปัจจุบันไว้ล่วงหน้าได้
4. ทำให้การศึกษาเรื่องสมบัติของธาตุ เป็นไปอย่างรวดเร็ว



### ลักษณะสำคัญของธาตุภายในหมู่เดียวกัน

ธาตุซึ่งอยู่ภายในหมู่เดียวกันมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

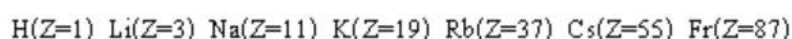
1. ธาตุที่อยู่ในหมู่เดียวกันมีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน จึงทำให้มีสมบัติคล้ายกัน เช่น ธาตุลิเทียม ( ${}_{3}\text{Li}$  มีการจัดอิเล็กตรอนเป็น 2,1) และธาตุโซเดียม ( ${}_{11}\text{Na}$  มีการจัดอิเล็กตรอนเป็น 2,8,1) ต่างก็มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 1 ทั้งสองธาตุจึงมีคุณสมบัติคล้ายกัน เป็นต้น

2. ธาตุในหมู่ย่อย A (I A - VIII A) ยกเว้นธาตุแทรนซิชัน มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับเลขที่ของหมู่ เช่น ธาตุในหมู่ I จะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 1 ธาตุในหมู่ II จะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 เป็นต้น

3. ธาตุแทรนซิชันส่วนใหญ่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 ยกเว้นบางธาตุ เช่น Cr Cu เป็นต้น มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 1

4. ธาตุในหมู่เดียวกันจะมีจำนวนระดับพลังงานไม่เท่ากัน โดยมีระดับพลังงานเพิ่มขึ้นจากบนลงล่าง เช่น  ${}_{3}\text{Li}$ ,  ${}_{11}\text{Na}$ ,  ${}_{19}\text{K}$ ,  ${}_{37}\text{Rb}$ ,  ${}_{55}\text{Cs}$  เป็นธาตุที่อยู่ในหมู่ที่ 1 จากบนลงล่าง มีจำนวนระดับพลังงานเท่ากับ 2 3 4 5 และ 6 ตามลำดับ

5. ธาตุในหมู่เดียวกันจากบนลงล่าง (จากคาบที่ 1 ถึงคาบที่ 7) จำนวนอิเล็กตรอนหรือจำนวนโปรตอนหรือเลขอะตอมจะเพิ่มขึ้นดังนี้ 2, 8, 8, 18, 18, 32 ตามลำดับ เช่น ธาตุ หมู่ 1



### ลักษณะสำคัญของธาตุภายในคาบเดียวกัน

ธาตุซึ่งอยู่ภายในคาบเดียวกันมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. ธาตุในคาบเดียวกันมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนไม่เท่ากัน โดยมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นจากซ้ายไปขวา ดังนั้น ธาตุในคาบเดียวกันจึงมีสมบัติต่างกัน ยกเว้นธาตุแทรนซิชันซึ่งส่วนใหญ่มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 เท่ากัน จึงมีคุณสมบัติคล้ายกันทั้งในหมู่และในคาบเดียวกัน

2. ธาตุในคาบเดียวกันมีจำนวนระดับพลังงานเท่ากัน และเท่ากับเลขที่ของคาบ เช่น ธาตุในคาบที่ 2 ทุกธาตุ (Li ถึง Ne) ต่างก็มีจำนวนระดับพลังงานเท่ากับ 2 คือชั้น K ( $n=1$ ) และชั้น L ( $n=2$ ) เป็นต้น

## รายชื่อของธาตุตามหมายเลข

เลขอะตอม	สัญลักษณ์	ชื่อธาตุ	ชื่อธาตุภาษาอังกฤษ	ชื่อธาตุภาษาละติน	หมายเหตุ
1	H	ไฮโดรเจน	Hydrogen	Hydrogenium	
2	He	ฮีเลียม	Helium		
3	Li	ลิเทียม	Lithium		
4	Be	เบริลเลียม	Beryllium		
5	B	โบรอน	Boron		
6	C	คาร์บอน	Carbon		
7	N	ไนโตรเจน	Nitrogen		
8	O	ออกซิเจน	Oxygen		
9	F	ฟลูออรีน	Fluorine		
10	Ne	นีออน	Neon		
11	Na	โซเดียม	Sodium	Natrium	
12	Mg	แมกนีเซียม	Magnesium		
13	Al	อะลูมิเนียม	Aluminium หรือ Aluminum		
14	Si	ซิลิคอน	Silicon		
15	P	ฟอสฟอรัส	Phosphorus		
16	S	กำมะถัน หรือ ซัลเฟอร์	Sulfur หรือ Sulphur		

เลข อะตอม	สัญลักษณ์	ชื่อธาตุ	ชื่อธาตุภาษาอังกฤษ	ชื่อธาตุภาษา ละติน	หมายเหตุ
17	Cl	คลอรีน	Chlorine		
18	Ar	อาร์กอน	Argon		
19	K	โพแทสเซียม	Potassium	Kalium	
20	Ca	แคลเซียม	Calcium		
21	Sc	สแกนเดียม	Scandium		
22	Ti	ไทเทเนียม	Titanium		
23	V	วานาเดียม	Vanadium		
24	Cr	โครเมียม	Chromium		
25	Mn	แมงกานีส	Manganese		
26	Fe	เหล็ก	Iron	Ferrum	
27	Co	โคบอลต์	Cobalt		
28	Ni	นิกเกิล	Nickel		
29	Cu	ทองแดง	Copper	Cuprum	
30	Zn	สังกะสี	Zinc		
31	Ga	แกลเลียม	Gallium		
32	Ge	เจอร์เมเนียม	Germanium		
33	As	สารหนู	Arsenic		
34	Se	ซีลีเนียม	Selenium		

เลข อะตอม	สัญลักษณ์	ชื่อธาตุ	ชื่อธาตุภาษาอังกฤษ	ชื่อธาตุภาษา ละติน	หมายเหตุ
35	Br	โบรมีน	Bromine		
36	Kr	คริปทอน	Krypton		
37	Rb	รูบิเดียม	Rubidium		
38	Sr	สตรอนเชียม	Strontium		
39	Y	อิตเทรียม	Yttrium		
40	Zr	เซอร์โคเนียม	Zirconium		
41	Nb	ไนโอเบียม	Niobium		
42	Mo	โมลิบดีนัม	Molybdenum		
43	Tc	เทคนิเชียม	Technetium		
44	Ru	รูทีเนียม	Ruthenium		
45	Rh	โรเดียม	Rhodium		
46	Pd	แพลเลเดียม	Palladium		
47	Ag	เงิน	Silver	Argentum	
48	Cd	แคดเมียม	Cadmium		
49	In	อินเดียม	Indium		
50	Sn	ดีบุก	Tin	Stannum	
51	Sb	พลวง	Antimony	Stibium	
52	Te	เทลลูเรียม	Tellurium		

เลข อะตอม	สัญลักษณ์	ชื่อธาตุ	ชื่อธาตุภาษาอังกฤษ	ชื่อธาตุภาษา ละติน	หมายเหตุ
53	I	ไอโอดีน	Iodine		
54	Xe	ซีนอน	Xenon		
55	Cs	ซีเซียม	Caesium		
56	Ba	แบเรียม	Barium		
57	La	แลนทานัม	Lanthanum		
58	Ce	ซีเรียม	Cerium		
59	Pr	พรซีโอดีเมียม	Praseodymium		
60	Nd	นีโอดีเมียม	Neodymium		
61	Pm	โพรมิเทียม	Promethium		
62	Sm	ซามาเรียม	Samarium		
63	Eu	ยูโรเปียม	Europium		
64	Gd	กาโดลิเนียม	Gadolinium		
65	Tb	เทอร์เบียม	Terbium		
66	Dy	ดิสโพรเซียม	Dysprosium		
67	Ho	โฮล์มเมียม	Holmium		
68	Er	เออร์เบียม	Erbium		
69	Tm	ทูลีเยียม	Thulium		
70	Yb	อิตเตอร์เบียม	Ytterbium		

เลขอะตอม	สัญลักษณ์	ชื่อธาตุ	ชื่อธาตุภาษาอังกฤษ	ชื่อธาตุภาษาละติน	หมายเหตุ
71	Lu	ลูทีเชียม	Lutetium		
72	Hf	ฮาฟเนียม	Hafnium		
73	Ta	แทนทาลัม	Tantalum		
74	W	ทังสเทน	Tungsten	Wolfram	
75	Re	รีเนียม	Rhenium		
76	Os	ออสเมียม	Osmium		
77	Ir	อิริเดียม	Iridium		
78	Pt	ทองคำขาวหรือแพลตินัม	Platinum		
79	Au	ทอง	Gold	Aurum	
80	Hg	ปรอท	Mercury	Hydragerum	
81	Tl	ทาลเลียม	Thallium		
82	Pb	ตะกั่ว	Lead	Plumbum	
83	Bi	บิสมัท	Bismuth		
84	Po	โปโลเนียม	Polonium		
85	At	แอสทาทีน	Astatine		
86	Rn	เรดอน	Radon		
87	Fr	แฟรนเซียม	Francium		
88	Ra	เรเดียม	Radium		

เลข อะตอม	สัญลักษณ์	ชื่อธาตุ	ชื่อธาตุภาษาอังกฤษ	ชื่อธาตุภาษา ละติน	หมายเหตุ
89	Ac	แอกทิเนียม	Actinium		
90	Th	ธอเรียม	Thorium		
91	Pa	โปรแทกทิเนียม	Protactinium		
92	U	ยูเรเนียม	Uranium		
93	Np	เนปจูนีียม	Neptunium		
94	Pu	พลูโตเนียม	Plutonium		
95	Am	อเมริเซียม	Americium		
96	Cm	คูเรียม	Curium		
97	Bk	เบอร์กีเลียม	Berkelium		
98	Cf	แคลิฟอร์เนียม	Californium		
99	Es	ไอน์สไตเนียม	Einsteinium		
100	Fm	เฟอร์เมียม	Fermium		
101	Md	เมนเดเลเวียม	Mendelevium		
102	No	โนเบลเลียม	Nobelium		
103	Lr	ลอว์เรนเซียม	Lawrencium		
104	Rf	รูเทอร์ฟอร์ดเดียม	Rutherfordium		
105	Db	ดুবเนียม	Dubnium		
106	Sg	ซีบอร์เกียม	Seaborgium		

เลข อะตอม	สัญลักษณ์	ชื่อธาตุ	ชื่อธาตุภาษาอังกฤษ	ชื่อธาตุภาษา ละติน	หมายเหตุ
107	Bh	โบห์เรียม	Bohrium		
108	Hs	ฮัสเซียม	Hassium		
109	Mt	ไมต์เนเรียม	Meitnerium		
110	Ds	ดาร์มสตัดเทียม	Darmstadtium		
111	Rg	เรินต์เกเนียม	Roentgenium		
112	Cn	โคเปอร์นิเซียม	Copernicium		
113	Nh	นิโฮเนียม	Nihonium		
114	Fl	ฟลิวโรเวียม	Flerovium		
115	Mc	มอสโกเวียม	Moscovium		
116	Lv	ลิเวอร์มอเรียม	Livermorium		
117	Ts	เทนเนสซีน	Tennessine		
118	Og	ออกาเนสซอน	Oganesson		
...	...	...	...		



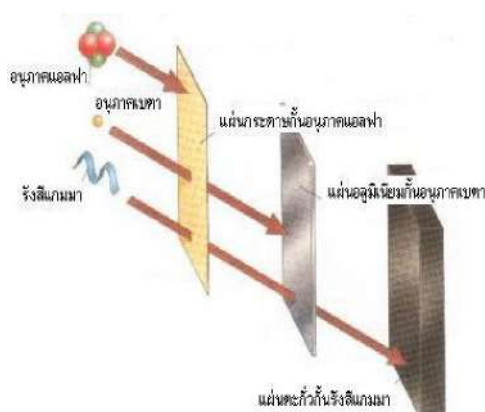


## เรื่องที่ 3 ธาตุกัมมันตภาพรังสี

### ธาตุกัมมันตรังสี (Radioactive Element)

ธาตุกัมมันตรังสี คือธาตุที่สามารถปลดปล่อยรังสีออกมาได้เองจากธาตุบางชนิด อันเป็นผลมาจากการเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือเกิดปฏิกิริยาที่นิวเคลียสของธาตุนั้น ปฏิกิริยาที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของนิวเคลียสของธาตุนี้ มีชื่อเรียกเฉพาะว่า ปฏิกิริยานิวเคลียร์ (Nuclear Reation) เฮนรี เบคเคอเรล นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศสเป็นผู้ค้นพบกัมมันตภาพรังสีโดยบังเอิญ ในขณะที่ทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับรังสีเอกซ์ กัมมันตภาพรังสีมีสมบัติแตกต่างจากรังสีเอกซ์ คือมีความเข้มข้นน้อยกว่ารังสีเอกซ์ การแผ่รังสีของธาตุกัมมันตรังสีเหล่านี้เกิดขึ้นในไอโซโทปของธาตุที่มีจำนวนนิวตรอนมากกว่าจำนวนโปรตอนมาก ทำให้นิวเคลียสของธาตุนั้นไม่เสถียรจึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นธาตุที่มีความเสถียรมากขึ้น โดยการสลายตัวเองเพื่อปล่อยอนุภาคภายในนิวเคลียสออกมาในรูปของการแผ่รังสี การแผ่รังสีของธาตุเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยพบว่าธาตุต่างๆ ที่อยู่ในธรรมชาติที่มีเลขอะตอมสูงกว่า 82 ส่วนใหญ่จะสามารถแผ่รังสีได้ทั้งสิ้น ตัวอย่างเช่น ธาตุเรเดียม, ยูเรเนียม, ทอเรียม เป็นต้น การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีจะเกิดขึ้นได้โดยอะตอมของธาตุมีการปลดปล่อยองค์ประกอบ และพลังงานที่อยู่ภายในอะตอมออกมา ทำให้โครงสร้างของอะตอมเปลี่ยนแปลงไป โดยองค์ประกอบและพลังงานของธาตุที่ถูกปลดปล่อยออกมานั้นจะแผ่ออกมาจากธาตุในรูปของรังสีต่างๆ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ รังสีแอลฟา, รังสีบีตา และรังสีแกมมา ซึ่งรังสีต่างๆจะมีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกัน คือ

ชนิดของรังสี	สัญลักษณ์	สมบัติ
รังสีแอลฟา หรืออนุภาค แอลฟา	$\alpha$ หรือ ${}^4_2\text{He}$	เป็นนิวเคลียสของอะตอมฮีเลียม มีโปรตอนและนิวตรอนอย่างละ 2 อนุภาค มีประจุไฟฟ้า +2 มีเลขมวล 4 มีอำนาจทะลุทะลวงต่ำเพียงแค่กระดาษ อากาศที่หนาประมาณ 2-3 cm น้ำที่หนาขนาดมิลลิเมตร หรือโลหะบางๆ ก็สามารถกั้นอนุภาคแอลฟาได้
รังสีบีตา หรืออนุภาค บีตา	$\beta$ หรือ ${}^0_{-1}\text{e}$	มีสมบัติเหมือนอิเล็กตรอน มีประจุไฟฟ้า -1 มีมวลเท่ากับอิเล็กตรอน (น้อยมาก) มีอำนาจทะลุทะลวงสูงกว่ารังสีแอลฟาประมาณ 100 เท่า สามารถผ่านแผ่นโลหะบางๆ ได้ และมีความเร็วใกล้เคียงกับความเร็วแสง
รังสีแกมมา	$\gamma$	เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้นมาก ไม่มีประจุ ไม่มีมวล เป็นรังสีที่มีพลังงานสูง มีความเร็วเท่ากับความเร็วแสงและมีอำนาจทะลุทะลวงสูง สามารถผ่านแผ่นตะกั่วหนา 8 cm หรือแผ่นคอนกรีตหนาๆ ได้



### อำนาจการทดลองของรังสีต่าง ๆ วิธีการควบคุมและป้องกันอันตรายจากรังสี

1. กำหนดระดับของรังสีที่ปลอดภัยที่มนุษย์สามารถยอมรับได้
2. การตรวจระดับรังสีที่ร่างกายได้รับสม่ำเสมอ
3. ควบคุมแหล่งกำเนิดรังสี ควบคุมให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อชุมชนและคนงาน
4. ควบคุมระยะเวลาในการสัมผัสให้เหลือน้อยที่สุด
5. มีมาตรการในการเคลื่อนย้ายหรือเก็บขนให้เกิดความปลอดภัยมากที่สุด
6. ควบคุมระยะห่างระหว่างรังสีกับผู้ปฏิบัติงานให้ห่างมากที่สุด ถ้าไม่จำเป็นไม่ต้องอยู่ใกล้
7. มีฉากกำบังรังสีที่แข็งแรง และสามารถกั้นรังสีได้จริง
8. มีการกำจัดกากรังสีอย่างถูกวิธี



### การเกิดกัมมันตภาพรังสี

1. เกิดจากนิวเคลียสในสถานะพื้นฐานได้รับพลังงาน ทำให้นิวเคลียสกระโดดไปสู่ระดับพลังงานสูงขึ้น ก่อนกลับสู่สถานะพื้นฐาน นิวเคลียสจะคายพลังงานออกมาในรูปรังสีแกมมา
2. เกิดจากนิวเคลียสที่อยู่ในสภาพเสถียร แต่มีอนุภาคไม่สมดุล นิวเคลียสจะปรับตัวแล้วคายอนุภาคที่ไม่สมดุลออกมาเป็นอนุภาคแอลฟาหรือเบตา



### คุณสมบัติของกัมมันตภาพรังสี

1. เดินทางเป็นเส้นตรง
2. บางชนิดเกิดการเลี้ยวเบนเมื่อผ่านสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า เช่น  $\alpha$ ,  $\beta$
3. มีอำนาจในการทะลุสารต่างๆ ได้ดี
4. เมื่อผ่านสารต่างๆ จะสูญเสียพลังงานไปโดยการทำให้สารนั้นแตกตัวเป็นไอออน ซึ่งไอออนเหล่านั้นจะก่อให้เกิดปรากฏการณ์อื่นๆ เช่น ปฏิกิริยาเคมี เกิดรอยดำบนฟิล์มถ่ายภาพ
5. การเปลี่ยนสภาพนิวเคลียส
  - 5.1 การแผ่กัมมันตภาพรังสี เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงนิวเคลียส เมื่อนิวเคลียสปลดปล่อยรังสีออกมา นิวเคลียสเองจะเปลี่ยนสภาพเป็นนิวเคลียสของธาตุใหม่
  - 5.2 การแผ่รังสีแอลฟา  $\alpha$  นิวเคลียสของธาตุเดิมจะเปลี่ยนไปโดยที่มวล และนิวเคลียสเดิมลดลงเท่ากับมวลของอนุภาคแอลฟา
  - 5.3 การแผ่รังสีเบตา  $\beta$  ประจุไฟฟ้าของนิวเคลียสใหม่จะเพิ่มหรือลดลง  $1 e$  หน่วย
  - 5.4 รังสีแกมมา  $\gamma$  เกิดจากการเปลี่ยนระดับพลังงานของนิวเคลียส จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลขมวลและเลขอะตอมของนิวเคลียสที่แผ่รังสีแกมมาออกมา

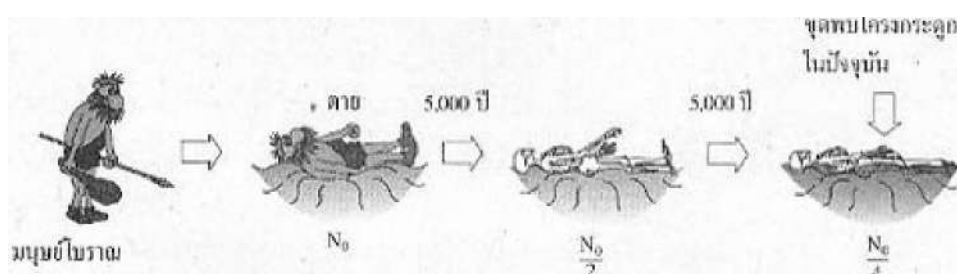
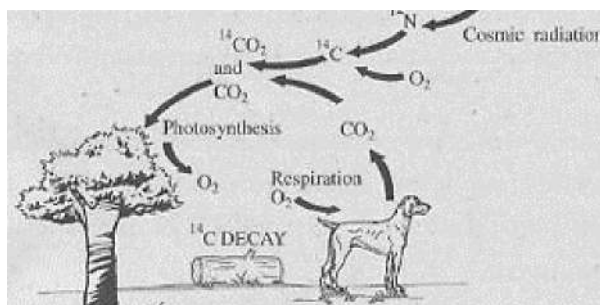


### ประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสี

1. ด้านธรณีวิทยา มีการใช้  $C-14$  คำนวณหาอายุของวัตถุโบราณ หรืออายุของซากดึกดำบรรพ์การหาอายุวัตถุโบราณและการศึกษาทางธรณีวิทยา ใช้ธาตุกัมมันตรังสีคาร์บอน-14 ซึ่งมีครึ่งชีวิต 5760 ปี อัตราส่วนของคาร์บอน-14 ต่อคาร์บอน-12 ในพืชและสัตว์มีค่าคงตัวขณะที่ยังมีชีวิตอยู่ ภายหลังจากมีชีวิตตายไป อัตราส่วนนี้จะลดลง นำมาคำนวณหาอายุวัตถุโบราณได้

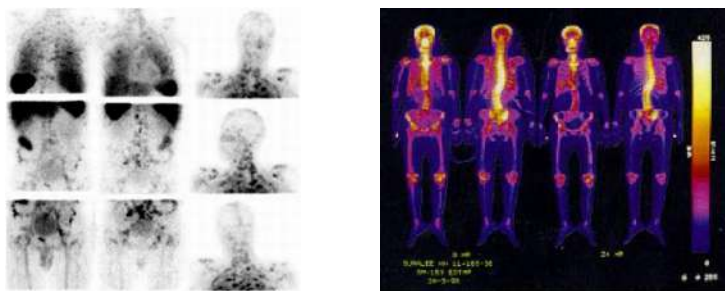
1.1 เครื่องปั้นดินเผาของบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี คำนวณอายุได้ 6,060 ปีทำให้เราทราบว่าบ้านเชียงในอดีตเคยเป็นแหล่งอารยธรรมเก่าแก่ของโลก

1.2 หัวหอมทำด้วยสำริดของบ้านเชียงมีอายุ 5,600 ปี



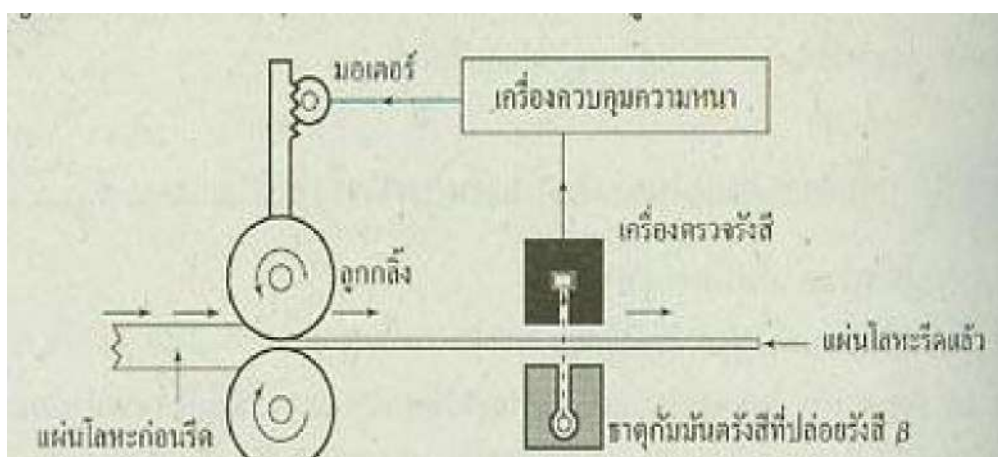
2. ด้านการแพทย์ ใช้รักษาโรคมะเร็ง ในการรักษาโรคมะเร็งบางชนิด กระทำได้โดยการฉายรังสีแกมมาที่ได้จาก โคบอลต์-60 เข้าไปทำลายเซลล์มะเร็ง ผู้ป่วยที่เป็นมะเร็งในระยะแรกสามารถรักษาให้หายขาดได้ แล้วยังใช้โซเดียม-24 ที่อยู่ในรูปของ  $\text{NaCl}$  ฉีดเข้าไปในเส้นเลือดเพื่อตรวจการไหลเวียนของโลหิต โดย โซเดียม-24 จะสลายให้รังสีบีตาซึ่งสามารถตรวจวัดได้ และสามารถบอกได้ว่าการตีบตันของเส้นเลือดหรือไม่

การตรวจอวัยวะต่างๆ ภายในร่างกายเพื่อตรวจและพิสูจน์สมมุติฐานของโรค และความผิดปกติของอวัยวะ มักใช้สารกัมมันตรังสี ที่เป็นของเหลว เช่น เทคนิเทียม-99เอ็ม ใช้ตรวจการทำงานของระบบอวัยวะ เช่น ธัยรอยด์ กระดูก สมอง ปอด ตับ ม้าม ไชกระดูก ไต และหัวใจ ไอโอดีน-131และ ไอโอดีน-123 ใช้ตรวจหาความผิดปกติของต่อมธัยรอยด์และใช้ติดตามผลการรักษา



3. ด้านเกษตรกรรม มีการใช้ธาตุกัมมันตรังสีติดตามระยะเวลาการหมุนเวียนแร่ธาตุในพืช โดยเริ่มต้นจากการดูดซึมที่รากจนกระทั่งถึงการคายออกที่ใบ หรือใช้ศึกษาความต้องการแร่ธาตุของพืช

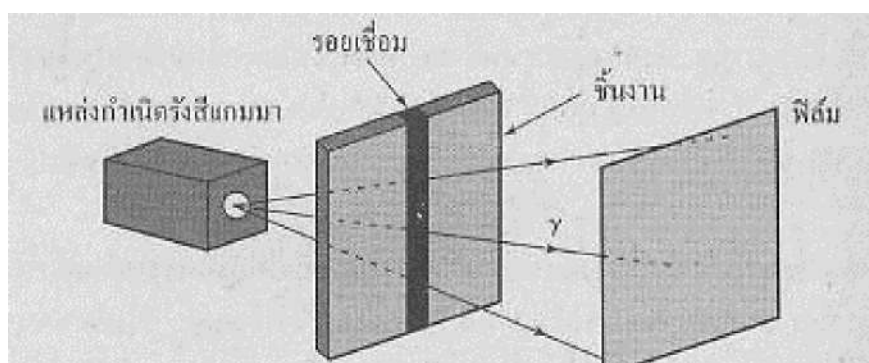
4. ด้านอุตสาหกรรม ในอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นโลหะจะใช้ประโยชน์จากกัมมันตภาพรังสีในการควบคุมการรีดแผ่นโลหะ เพื่อให้ได้ความหนาสม่ำเสมอตลอดแผ่น โดยใช้รังสีปีต่ายิงผ่านแนวตั้งฉากกับแผ่นโลหะที่รีดแล้ว แล้ววัดปริมาณรังสีที่ทะลุผ่านแผ่นโลหะออกมาด้วยเครื่องวัดรังสี ถ้าความหนาของแผ่นโลหะที่รีดแล้วผิดไปจากความหนาที่ตั้งไว้ เครื่องวัดรังสีจะส่งสัญญาณไปควบคุมความหนา โดยสั่งให้มอเตอร์กดหรือผ่อนลูกกลิ้ง เพื่อให้ได้ความหนาตามต้องการการใช้วัสดุ



กัมมันตรังสี และเทคนิคทางรังสี ซึ่งเรียกว่า “เทคนิคนิวเคลียร์” มาใช้ประโยชน์ในระบบวัด และควบคุมต่างๆ ของโรงงานอุตสาหกรรม ปัจจุบันมีการใช้อย่างแพร่หลายในประเทศไทย ซึ่งมีตัวอย่างดังต่อไปนี้

- การใช้รังสีแกมมา วัดระดับของไหลหรือสารเคมี ในกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์

- การใช้รังสีแกมมา วัดระดับเศษไม้ในหม้อหนึ่ง เพื่อการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบ
- การใช้รังสีแกมมา วัดความหนาแน่นของน้ำปูนกับเส้นใยหิน เพื่อการผลิตกระเบื้องกระดาศ
- การใช้รังสีแกมมา วัดและควบคุมความหนาแน่นของเนื้อยาง ที่เคลือบบนแผ่นผ้าใบ เพื่อผลิตยางรถยนต์
- การใช้รังสีแกมมาวัดและควบคุมความหนาแน่นของแผ่นเหล็ก
- การใช้รังสีบีตา วัดและควบคุมน้ำหนักของกระดาศ ในอุตสาหกรรมผลิตกระดาศ
- การใช้รังสีเอกซ์ วัดหาปริมาณตะกั่วและกำมะถัน ในการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม
- การใช้รังสีนิวตรอน ในการสำรวจแหล่งน้ำมัน และก๊าซธรรมชาติใต้ดิน
- การใช้รังสีแกมมา ตรวจสอบรอยเชื่อมโลหะ การหารอยร้าว รอยร้าวของวัสดุ
- การใช้รังสีแกมมา วัดหาปริมาณเถ้า ในถ่านหินบนสายพานลำเลียง



5. ด้านการถนอมอาหาร ใช้รังสีแกมมาของธาตุโคบอลต์-60 (Co-60) ปริมาณที่พอเหมาะใช้ทำลายแบคทีเรียในอาหาร จึงช่วยให้เก็บรักษาอาหารไว้ได้นานขึ้น



ด้านการถนอมอาหาร

6. ด้านพลังงาน มีการใช้พลังงานความร้อนที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ในเตาปฏิกรณ์ปรมาณูของยูเรเนียม-238 (U-238) ต้มน้ำให้กลายเป็นไอน้ำ แล้วผ่านไอน้ำไปหมุนกังหัน เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า



### โทษของธาตุกัมมันตรังสี

เนื่องจากรังสีสามารถทำให้ตัวกลางที่มันเคลื่อนที่ผ่าน เกิดการแตกตัวเป็นไอออนได้ รังสีจึงมีอันตรายต่อมนุษย์ ผลของรังสีต่อมนุษย์สามารถแยกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. ผลทางพันธุกรรม จะมีผลทำให้การสร้างเซลล์ใหม่ในร่างกายมนุษย์เกิดการกลายพันธุ์ โดยเฉพาะเซลล์สืบพันธุ์

2. ความป่วยไข้จากรังสี ส่วนผลที่ทำให้เกิดความป่วยไข้จากรังสี เนื่องจากเมื่ออวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายได้รับรังสี โมเลกุลของธาตุต่างๆ ที่ประกอบเป็นเซลล์จะแตกตัว ทำให้เกิดอากาศป่วยไข้ได้



### การเกิดอันตรายจากรังสีต่อมนุษย์ อาจแบ่งได้ 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1. การได้รับรังสีจากแหล่งกำเนิดรังสีจากภายนอก (External exposure) ความรุนแรงของการบาดเจ็บ ขึ้นอยู่กับความแรงของแหล่งกำเนิดและระยะเวลาที่ได้รับรังสี แต่ตัวผู้ที่ได้รับอันตรายไม่ได้รับสารกัมมันตรังสีเข้าไปในร่างกาย จึงไม่มีการแผ่รังสีไปทำอันตรายผู้อื่น

2. การได้รับสารกัมมันตรังสีเข้าสู่ร่างกาย (Internal exposure) มักพบในกรณีมีการรั่วไหลของสารกัมมันตรังสีที่เป็นก๊าซ ของเหลว หรือฝุ่นละอองจากแหล่งเก็บสารกัมมันตรังสี หรือที่เก็บกากสารกัมมันตรังสีจากการระเบิดของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

## หลักในการป้องกันอันตรายจากรังสี มีดังนี้

1. ใช้เวลาเข้าใกล้บริเวณที่มีกัมมันตภาพรังสีให้น้อยที่สุด
2. พยายามอยู่ให้ห่างจากกัมมันตภาพรังสีให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
3. ใช้ตะกั่ว คอนกรีต น้ำ หรือพาราฟิน เป็นเครื่องกำบังบริเวณที่มีการแผ่รังสี

### กัมมันตภาพรังสีในสิ่งแวดล้อม (Radioactivity in Environment)

เราอาศัยอยู่บนโลกที่มีกัมมันตภาพรังสีในสิ่งแวดล้อมอยู่ทั่วไป ส่วนใหญ่เป็นรังสีที่มีอยู่ตามธรรมชาติ (Natural occurring radiation) และบางส่วนเกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ (Man made radiation) ต้นกำเนิดของ กัมมันตภาพรังสีในสิ่งแวดล้อม แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. กัมมันตภาพรังสีจากพื้นโลก ซึ่งมาจากแร่ธาตุต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของโลก โดยมีมาตั้งแต่ โลกถือกำเนิดขึ้นมาแล้ว มีนิวไคลด์กัมมันตรังสี หรือธาตุที่ให้รังสี ที่พบในธรรมชาติกว่า 60 ชนิด เป็นต้นกำเนิดที่สำคัญของรังสีที่เราได้รับในแต่ละวัน

2. กัมมันตภาพจากรังสีคอสมิก เกิดจากรังสีคอสมิกที่มาจากนอกโลก และปฏิกิริยาระหว่างรังสีคอสมิก กับธาตุที่อยู่ในบรรยากาศของโลก

3. กัมมันตภาพรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น เกิดขึ้นเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งมีสัดส่วนที่ค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับผลรวมของปริมาณรังสีทั้งหมดในธรรมชาติ

ธาตุที่มีกัมมันตภาพรังสี เราเรียกรวมๆ ว่า ไอโซโทปกัมมันตรังสี หรือ นิวไคลด์กัมมันตรังสี นิวไคลด์รังสี หรืออาจเรียกเพียง นิวไคลด์ ซึ่งมีการตรวจพบแล้วมากกว่า 1,500 นิวไคลด์ เรามักใช้สัญลักษณ์ของนิวไคลด์ โดยแสดง สัญลักษณ์ของธาตุและเลขมวล เช่น ไอโซโทปรังสีของไฮโดรเจน ได้แก่ ตรีเทียม มีเลขมวล 3 เขียนแทนด้วย H-3 หรือ  $^3\text{H}$  หรือไอโซโทปรังสีของยูเรเนียม ซึ่งมีเลขมวล 235 เขียนแทนด้วย U-235 หรือ  $^{235}\text{U}$  นิวไคลด์รังสี พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ ในอากาศ ในน้ำ ในดิน รวมทั้งในตัวคนเราด้วย เนื่องจากร่างกายของเราประกอบด้วยแร่ธาตุ ซึ่งได้รับมาจากสิ่งแวดล้อม แต่ละวัน เรารับประทานอาหาร ดื่มน้ำ สูดหายใจ เอานิวไคลด์รังสี ที่มีอยู่ในอาหาร ในน้ำ และในอากาศเข้าไปกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติ พบได้ทั่วไปในดินและหิน ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเปลือกโลก ในน้ำ ในมหาสมุทร และในวัสดุก่อสร้างที่เรานำมาก่อสร้างอาคารบ้านเรือน ในโลกนี้จึงไม่มีที่ไหนที่เราจะอยู่โดยไม่มีรังสี





## กิจกรรมท้ายบทที่ 7

### ธาตุ สมบัติของธาตุและธาตุกัมมันตภาพรังสี

**คำชี้แจง** จงทำเครื่องหมาย X ลงในข้อที่ถูกต้อง

1. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด
  - ก. โปรตอนและอิเล็กตรอนรวมกันเป็นนิวเคลียสของอะตอม
  - ข. นิวเคลียสมีขนาดเล็กมากและมีมวลมาก ภายในประกอบด้วยอนุภาคโปรตอน
  - ค. นิวเคลียสเป็นกลางทางไฟฟ้าเพราะประจุของโปรตอนกับของอิเล็กตรอนเท่ากัน
  - ง. อะตอมของธาตุประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนและอิเล็กตรอนกระจายอยู่ภายในด้วยจำนวนเท่ากัน
  
2. อนุภาคข้อใดที่มีมวลใกล้เคียงกัน
  - ก. โปรตอนกับนิวตรอน
  - ข. โปรตอนกับอิเล็กตรอน
  - ค. นิวตรอนกับอิเล็กตรอน
  - ง. โปรตอน อิเล็กตรอน และนิวตรอน
  
3. ธาตุคลอรีน (Cl) มีเลขอะตอม 17 จะอยู่ในคาบและหมู่ละที่เท่าไรของตารางธาตุ
  - ก. คาบ 3 หมู่ 7
  - ข. คาบ 7 หมู่ 3
  - ค. คาบ 2 หมู่ 7
  - ง. คาบ 3 หมู่ 8

4. สิ่งเหมือนกันในระหว่างธาตุต่าง ๆ ที่อยู่ในหมู่เดียวกันในตารางธาตุ คือ
- มีขนาดใกล้เคียงกันมาก
  - มีการจัดเรียงตัวของอิเล็กตรอนเหมือนกัน
  - มีค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 เท่ากัน
  - มีการจัดเรียงตัวของอิเล็กตรอนของระดับพลังงานชั้นนอกสุดเหมือนกัน
5. สมบัติที่ใช้ในการจำแนกสารข้อใดถูกต้องที่สุด
- โลหะทุกชนิดไม่สามารถนำไฟฟ้าได้
  - โลหะเป็นธาตุที่สามารถนำไฟฟ้าได้ทุกสถานะ
  - ออกไซด์ของโลหะเมื่อละลายน้ำมีสมบัติเป็นเบส
  - โลหะมีค่าพลังงานไอออไนส์ เพิ่มขึ้นตามเลขอะตอม
6. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของสารประกอบของธาตุในคาบที่ 2 และ 3
- ออกไซด์ของ L ไม่ละลายน้ำ
  - ออกไซด์ของ C มีจุดหลอมเหลวสูงกว่าออกไซด์ของ G
  - คลอไรด์ของ O ละลายน้ำได้ สารละลายแสดงสมบัติเป็นกรด
  - คลอไรด์ของ J เกิดได้มากกว่า 1 ชนิด ส่วนคลอไรด์ของ E เกิดได้เพียงชนิดเดียว
7. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องถึงประโยชน์ของตารางธาตุ
- การจัดธาตุเป็นหมู่และคาบ ทำให้ทราบสมบัติของธาตุในหมู่เดียวกันได้
  - นำไปทำนายสมบัติของธาตุต่าง ๆ ที่ยังไม่ทราบในปัจจุบันไว้ล่วงหน้าได้
  - สามารถที่จะทราบสมบัติต่าง ๆ จากธาตุในหมู่เดียวกัน จากธาตุที่ทราบสมบัติต่าง ๆ แล้ว
  - ถูกทุกข้อ

8. ธาตุกัมมันตรังสีใดที่ใช้ในการคำนวณหาอายุของวัตถุโบราณ คือ

ก. I-131

ข. P-32

ค. C-14

ง. Co-60

9. รังสีที่แผ่ออกมาจากธาตุกัมมันตรังสี มีกี่ชนิด อะไรบ้าง ?

ก. 3 ชนิด คือ รังสีแอลฟา รังสีเบต้า รังสีแกมมา

ข. 3 ชนิด คือ รังสีแอลฟา รังสีเบต้า รังสีอินฟราเรด

ค. 4 ชนิด คือ รังสีแอลฟา รังสีเบต้า รังสีอินฟราเรด รังสีเอกซ์

ง. 4 ชนิด คือ รังสีแอลฟา รังสีเบต้า รังสีแกมมา รังสีอินฟราเรด

10. การใช้ไอโซโทปของธาตุกัมมันตภาพรังสีตรวจหา รอยรั่ว รอยตำหนิ ของโลหะเป็นการใช้ประโยชน์ทางด้านใด

ก. ธรณีวิทยา

ข. การขนส่ง

ค. การแพทย์

ง. อุตสาหกรรม

## บทที่ 8

### สมการเคมีและปฏิกิริยาเคมี

#### สาระสำคัญ

การเกิดสมการเคมีและปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยาเคมี ตลอดจนผลที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งแวดล้อม

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายการเกิดสมการเคมีและปฏิกิริยาเคมีและดุลสมการเคมีได้
2. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยาเคมีได้
3. อธิบายผลที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้

#### ขอบข่ายเนื้อหา

- เรื่องที่ 1 สมการเคมี
- เรื่องที่ 2 หลักการเขียนสมการเคมี
- เรื่องที่ 3 ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน

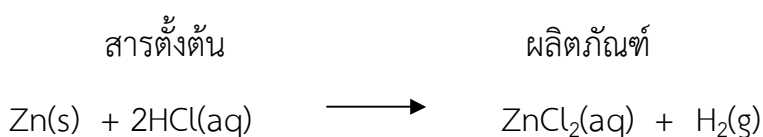
## บทที่ 8

### สมการเคมีและปฏิกิริยาเคมี

#### เรื่องที่ 1 สมการเคมี (Chemical equation)

##### ความรู้พื้นฐานของสมการเคมี

สมการเคมี คือ กลุ่มสัญลักษณ์ที่เขียนแทนปฏิกิริยาเคมี ให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นในระบบ สมการเคมีประกอบด้วยสัญลักษณ์ แสดงสารตั้งต้น และผลิตภัณฑ์ เงื่อนไขแสดงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น พร้อมด้วยลูกศรทิศทางแสดงของปฏิกิริยา



สารที่เขียนทางซ้ายมือของลูกศร เรียกว่า สารตั้งต้น

สารที่เขียนทางขวามือของลูกศร เรียกว่า สารผลิตภัณฑ์

เครื่องหมาย + หมายถึงทำปฏิกิริยากัน

เครื่องหมาย  $\longrightarrow$  แสดงการเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นไปเป็นสารผลิตภัณฑ์

สัญลักษณ์ในวงเล็บแสดงสถานะได้แก่

G (gas) แทน แก๊ส

l (liquid) แทน ของเหลว

s (solid) แทน ของแข็งหรือตะกอน

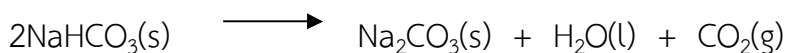
aq (aqueous) แทน สารที่ละลายน้ำ



## ประเภทของสมการเคมี

สมการเคมีมี 2 ประเภท คือ

1. สมการโมเลกุล (Molecule equation) เป็นสมการเคมีของปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เป็นรูปอะตอม หรือโมเลกุล เช่น



2. สมการไอออนิก (Ionic equation) เป็นสมการเคมีของปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ อย่างน้อย 1 ชนิดเป็นไอออน เช่น



สมการเคมีที่สมบูรณ์ จะต้องมีย่านอะตอมของแต่ละธาตุ ทางซ้ายและขวาเท่ากัน เรียกว่า สมดุลเคมี



## การดุลสมการเคมี

### วิธีการดุลสมการเคมีทั่วไป

1. ระบุว่าสารใดเป็นสารตั้งต้น และสารใดเป็นสารผลิตภัณฑ์
2. เขียนสูตรเคมีที่ถูกต้องของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ ซึ่งสูตรเคมีนี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง
3. ดุลสมการโดยหาตัวเลขสัมประสิทธิ์มาเติมข้างหน้าสูตรเคมี เพื่อให้ทำให้อะตอมชนิดเดียวกันทั้งซ้ายและขวาของสมการมีจำนวนเท่ากัน
4. ให้คิดไอออนที่เป็นกลุ่มอะตอมเปรียบเสมือนหนึ่งหน่วย ถ้าไอออนนั้นไม่แตกกลุ่มออกมาในปฏิกิริยา ตรวจสอบอีกครั้งว่าถูกต้องโดยมีจำนวนอะตอมชนิดเดียวกันเท่ากันทั้งสองข้าง

**ตัวอย่าง** อะลูมิเนียมซึ่งเป็นโลหะที่ว่องไวต่อปฏิกิริยากับกรด เมื่ออะลูมิเนียมทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริกจะเกิดแก๊สไฮโดรเจนและอะลูมิเนียมซัลเฟต

จงเขียนและดุลสมการของปฏิกิริยานี้

**วิธีทำ** (1) เขียนสูตรสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์  $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

(2) ดุลจำนวนอะตอม Al  $2\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

(3) ดุลจำนวนกลุ่มไอออน  $\text{SO}_4^{2-}$   $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

(4) ดุลจำนวนอะตอม H  $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 3\text{H}_2(\text{g}) + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$



## เรื่องที่ 2 หลักการเขียนสมการเคมี

1. ต้องเขียนสูตรเคมีของสารตั้งต้นแต่ละชนิดได้
2. ต้องทราบว่าในปฏิกิริยาเคมีหนึ่งเกิดสารผลิตภัณฑ์ใดขึ้นบ้าง และเขียนสูตรเคมีของสารผลิตภัณฑ์ได้

3. เมื่อเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีได้แล้วให้ทำสมการเคมีให้สมดุลด้วยเสมอ คือทำให้จำนวนอะตอมของธาตุทุกชนิดทางซ้ายเท่ากับทางขวา โดยการเติมตัวเลขข้างหน้าสูตรเคมีของสารนั้นๆ เช่น

$\text{N}_2 + \text{H}_2 \longrightarrow \text{NH}_3$       ไม่ถูกต้อง เพราะสมการนี้ไม่ดุล

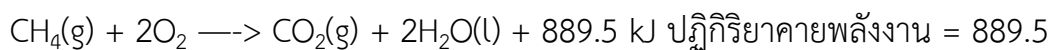
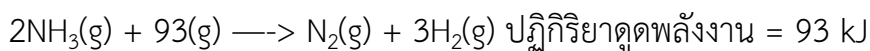
$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$       ถูกต้อง เพราะสมการนี้ดุลแล้ว

ข้อควรจำ ในสมการเคมีที่ดุลแล้วนี้จะมี จำนวนอะตอม โมลอะตอม และมวลสารตั้งต้นเท่ากับของสารผลิตภัณฑ์เสมอ ส่วนจำนวนโมเลกุลหรือจำนวนโมลโมเลกุล หรือปริมาตรของสารตั้งต้นอาจเท่ากันหรือไม่เท่ากับสารผลิตภัณฑ์ก็ได้(ส่วนใหญ่ไม่เท่ากัน)

ในการเขียนสมการเคมี ถ้าให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ควรบอกสถานะของสารแต่ละชนิดด้วยคือ ถ้าเป็นของแข็ง (solid) ใช้ตัวอักษรย่อว่า “s” ถ้าเป็นของเหลว (liquid) ใช้ตัวย่อว่า

“l” เป็นก๊าซ (gas) ใช้ตัวย่อว่า “g” และถ้าเป็นสารละลายในน้ำ (aqueous) ใช้ตัวย่อว่า “aq” เช่น  $\text{CaC}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq}) + \text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$

4. การเขียนสมการบางครั้งจะแสดงพลังงานของปฏิกิริยาเคมีด้วยเช่น



### ประเภทของปฏิกิริยาเคมี

พิจารณาลักษณะของอะตอมของธาตุในสารตั้งต้นหรือในธาตุของผลิตภัณฑ์แล้ว วิเคราะห์ลักษณะของการเปลี่ยนแปลง สูตรของสารตั้งต้นมาเป็นสูตรของผลิตภัณฑ์ อาจจำแนกประเภทของปฏิกิริยาเคมีได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ปฏิกิริยาการรวมตัว (combination) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากการรวมตัวของสารโมเลกุลเล็กรวมกันเป็นสารโมเลกุลใหญ่ หรือเกิดจากการรวมตัวของธาตุซึ่งจะได้สารประกอบ เช่น  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

2. ปฏิกิริยาการแยกสลาย (decomposition) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดการแยกสลายของสารโมเลกุลใหญ่ให้ได้สารโมเลกุลเล็กลง เช่น  $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$

3. ปฏิกิริยาการแทนที่ (replacement) เป็นปฏิกิริยาการแทนที่ของสารหนึ่งเข้าไปแทนที่อีกสารหนึ่ง เช่น  $\text{MgSO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{Mg}(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$

นอกจากนี้ ยังมีปฏิกิริยาแบบอื่น ๆ เช่น การจัดเรียงตัวใหม่ (Rearrangement) ซึ่งยังไม่กล่าวถึงในที่นี้





## ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอัตราปฏิกิริยาเคมี หมายถึงสิ่งที่จะมีผลทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น เร็วขึ้นหรือช้าลง ได้แก่

1. **ความเข้มข้นของสารตั้งต้น** สารละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่าจะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าสารละลายที่เจือจาง
2. **พื้นที่ผิว** ของแข็งที่มีพื้นที่ผิวมากกว่าจะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่า
3. **อุณหภูมิ** ปฏิกิริยาเคมี โดยทั่วไปแล้ว จะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
4. **การใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst)** เป็นสารที่เติมลงไปในปฏิกิริยาแล้วทำให้ปฏิกิริยา เกิดเร็วขึ้น /ตัวหน่วงปฏิกิริยา (Inhibitor) เป็นสารที่เติมลงไปในปฏิกิริยาแล้วทำให้ปฏิกิริยาเกิดช้าลง

การเปลี่ยนแปลงปัจจัยแต่ละปัจจัยดังกล่าว มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ดังนี้

1. การเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น เป็นการเพิ่มโอกาสให้โมเลกุลของสารตั้งต้นชนกัน มากขึ้น ปฏิกิริยาจึงเกิดได้เร็วขึ้น
2. การเพิ่มพื้นที่ผิว ในกรณีของของแข็ง ก็เป็นการเพิ่มโอกาสให้โมเลกุลของสารตั้งต้นชนกันมากขึ้น ทำให้มีโอกาสในการเกิดปฏิกิริยามากขึ้น
3. การเพิ่มอุณหภูมิ เป็นการทำให้โมเลกุลของสารตั้งต้นมีพลังงานจลน์สูงขึ้น จึงมีโอกาส เปลี่ยนแปลงเป็นผลิตภัณฑ์ได้ง่ายขึ้น ปฏิกิริยาจึงเกิดเร็วขึ้น
4. การใช้ตัวเร่งหรือตัวหน่วงปฏิกิริยาเป็นการทำให้กลไกของปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงไป จึงทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น (เมื่อใช้ตัวเร่ง) หรือเกิดขึ้นได้ช้าลง (เมื่อใช้ตัวหน่วง)



### เรื่องที่ 3 ปฏิกริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน

#### การเกิดปฏิกริยาเคมี

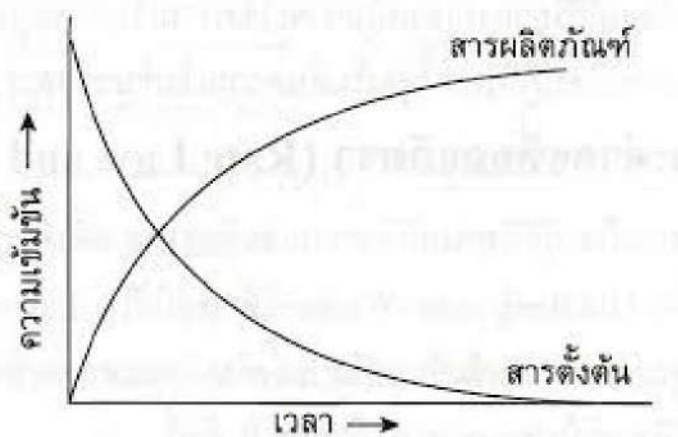
การเกิดปฏิกริยาเคมี คือกระบวนการของสารอย่างน้อย 2 ชนิดทำปฏิกริยากัน สารก่อนการเปลี่ยนแปลง เรียกสารนี้ว่า สารตั้งต้น แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงทำให้เกิดสารใหม่ เรียกว่า ผลิตภัณฑ์ โดยสารที่เกิดใหม่นั้นจะต้องมีสมบัติแตกต่างไปจากเดิม

ไม่เกิดสารใหม่ = ไม่เกิดปฏิกริยาเคมี



#### การเปลี่ยนแปลงของสารในการเกิดปฏิกริยาเคมี

ในขณะที่เกิดปฏิกริยาเคมีนั้นสารตั้งต้นจะลดลง ผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น เช่น การเกิดปฏิกริยาของน้ำ มีสารตั้งต้นเป็นออกซิเจน และไฮโดรเจน เมื่อเกิดปฏิกริยาโมเลกุลของสารตั้งต้นทั้งนี้จะค่อยๆแตกสลายไป แล้วรวมตัวใหม่เป็นโมเลกุลของน้ำ



### การเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีในพลังงาน

1. ปฏิกิริยาคายความร้อน ปฏิกิริยาใช้พลังงานในการยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมน้อยกว่า พลังงานที่ถูกล่อยออกมา ทำให้พลังงานภายในสารลดลงขณะที่ภายนอกเพิ่มขึ้น ผลที่ได้จะได้ พลังงานถ่ายเทออกมา ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของพลังงานความร้อน สามารถรู้สึกได้ถึง อุณหภูมิรอบข้างที่จะร้อนขึ้น ตัวอย่างปฏิกิริยาการคายความร้อน เช่น การเผาผลาญเชื้อเพลิง การหายใจ

2. ปฏิกิริยาดูดความร้อน ใช้พลังงานในการสลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมมากกว่า พลังงานที่ปล่อยออกมา ดูดความร้อนเข้าไปมากกว่าที่คายออกมา สามารถรู้สึกได้โดยอุณหภูมิ รอบข้างจะเย็นขึ้น ตัวอย่างปฏิกิริยาการดูดความร้อน เช่น การละลายของน้ำแข็ง

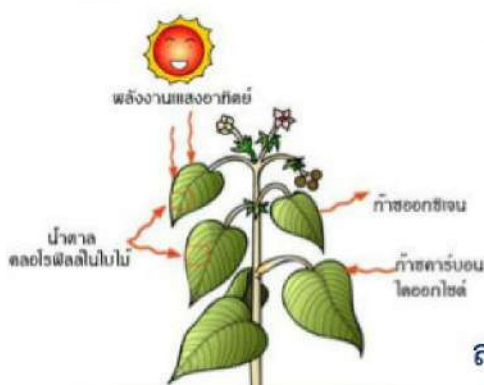
สร้าง -----> คาย

สลาย -----> ดูด



### ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

#### ◆ ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง



#### การสังเคราะห์ด้วยแสง

พืชสร้างอาหารโดยมีคลอโรฟิลล์ และแสงช่วยให้น้ำเกิดปฏิกิริยากับ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ได้กลูโคส และแก๊สออกซิเจน

#### สมการเคมี



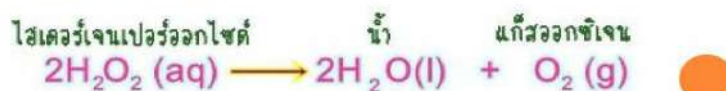


### ◆ ปฏิกิริยาการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์



การสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์  
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์( $H_2O_2$ )เป็น  
องค์ประกอบหนึ่งของสารที่ใช้ในการฟอกสี  
เส้นผม ฟอกสีในอาหาร ทำความสะอาด  
ฆ่าเชื้อโรค ทำน้ำยาบ้วนปาก

สมการเคมี



ในภาวะปกติไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สลายตัวเองอย่างช้าๆ ให้แก๊สออกซิเจนและน้ำ แต่  
ถ้าได้รับแสงสว่างและความร้อน จะช่วยให้เกิดการสลายตัวได้เร็วขึ้น



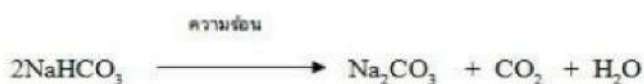
### ◆ ปฏิกิริยาการสลายตัวของโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตหรือผงฟู



สมการเคมี

การสลายตัวของโซเดียมไฮโดรเจน  
คาร์บอเนต(ผงฟู)

เนื้อขนมหลายชนิดที่มีลักษณะพรุนและ  
ฟู เนื่องจากมีการผสม ผงฟู หรือโซเดียม  
ไฮโดรเจนคาร์บอเนต( $NaHCO_3$ ) ลงไป  
เมื่อถูกความร้อนทำให้ผงฟูสลายตัวให้  
แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์



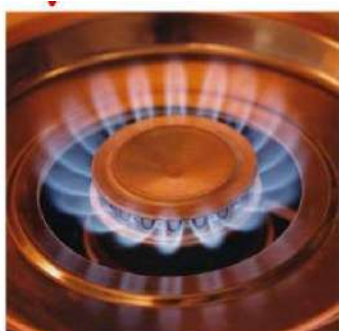
ผงฟูใช้ในการดับไฟป่า แต่ไม่นิยมดับไฟเมือง เพราะการสลายตัวของผงฟูนั้นจะเกิดคาร์บอนไดออกไซด์มาก



### ◆ ปฏิกิริยาการเผาไหม้เชื้อเพลิง

การเผาไหม้ต้องมี

1. เชื้อเพลิง
2. ความร้อน
3. ออกซิเจน

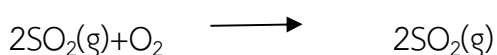


สมการเคมี

การเผาไหม้เชื้อเพลิงของแก๊สหุงต้ม  
การเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ของแก๊สหุงต้มซึ่งประกอบด้วยแก๊สโพรเพน(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)และแก๊สบิวเทน(C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)



ผลิตภัณฑ์การเผาไหม้ที่สมบูรณ์จะเกิดคาร์บอนไดออกไซด์สะสมในปริมาณมากในบรรยากาศทำให้เกิดภาวะโลกร้อน แต่ถ้าการเผาไหม้นั้นไม่สมบูรณ์จะเกิดเขม่าแก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์และไอน้ำ นอกจากนั้นเชื้อเพลิงที่ได้จากซากดึกดำบรรพ์ เมื่อเกิดการเผาไหม้ กำมะถันในเชื้อเพลิงจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจนเกิดเป็นแก๊สซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ ดังสมการ



### ◆ ปฏิกิริยาฝนกรด

เมื่อเกิดฝนตกลงมา น้ำ(H<sub>2</sub>O) จะละลายแก๊สต่างๆ ที่อยู่ในอากาศตามธรรมชาติ เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์(CO<sub>2</sub>) แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO<sub>2</sub>) แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์(NO<sub>2</sub>) เมื่อน้ำละลายแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศจะทำให้ฝนมีสภาพเป็นกรดคาร์บอนิก(H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)



#### ผลกระทบของฝนกรด

1. ทำให้ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเพาะปลูก เช่น ผลผลิตของพืชน้อยกว่าปกติ
2. ฝนกรดทำให้ดินเปรี้ยวจุลินทรีย์หลายชนิดในดินที่มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชถูกทำลาย ซึ่งจะมีผลกระทบในแง่การย่อยสลายในดินและการเจริญเติบโตของพืช
3. ฝนกรดสามารถทำปฏิกิริยากับธาตุอาหารที่สำคัญของพืช เช่น แคลเซียม, ไนโตรเจน, แมกนีเซียม และโพแทสเซียม ทำให้พืชไม่สามารถนำธาตุอาหารเหล่านี้ไปใช้ได้
4. แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศทำให้ปากใบปิดซึ่งจะมีผลกระทบต่อการหายใจของพืช
5. ความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้นของน้ำยังมีผลกระทบด้านระบบนิเวศ ที่อยู่อาศัยรวมถึงการดำรงชีวิตอีกด้วย
6. ฝนกรดสามารถละลาย calcium carbonate ในหินทำให้เกิดการสึกกร่อน เช่น พิรามิดในประเทศอียิปต์และ หัซมาฮาลในประเทศอินเดีย เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์กัดกร่อนทำลาย พวกโลหะทำให้เกิดสนิมเร็วขึ้นอีกด้วย
7. ฝนกรดทำลายวัสดุสิ่งก่อสร้างและอุปกรณ์บางชนิด คือ จะกัดกร่อนทำลายพวกโลหะ เช่น เหล็กเป็นสนิม เร็วขึ้น สังกะสีมุงหลังคา ที่ใกล้ๆ โรงงานจะผุกร่อนเร็ว สังกะสีได้ง่าย นอกจากนี้ยังทำให้แอร์ ตู้เย็น หรือวัสดุอื่นๆ เช่น ปูนซีเมนต์หมดอายุเร็วขึ้น ผุกร่อนเร็วขึ้น เป็นต้น
8. ฝนกรดจะทำลายทรัพยากรธรรมชาติ เช่น ปู หอย กุ้ง มีจำนวนลดลงหรือสูญพันธุ์ไปได้เพราะฝนกรดที่เกิดจากแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และเกิดจากแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ จะทำให้น้ำในแม่น้ำทะเลสาบ มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ถ้าเกิดอย่างรุนแรงจะทำให้สัตว์น้ำดังกล่าวตาย

**กิจกรรมท้ายบทที่ 8**  
**สมการเคมีและปฏิกิริยาเคมี**

**คำชี้แจง** จงทำเครื่องหมาย X ลงในข้อที่ถูกต้อง

1. ข้อใดเป็นสารตั้งต้นในปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง
  - ก. แก๊ส  $\text{CO}_2$  และ  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
  - ข. แก๊ส  $\text{CO}_2$  และ  $\text{CO}_2$  และ  $\text{H}_2\text{O}$
  - ค. แก๊ส  $\text{O}_2$  และ  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
  - ง. แก๊ส  $\text{O}_2$  และ  $\text{H}_2\text{O}$
  
2. ปฏิกิริยาการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จะได้สารใดเป็นผลิตภัณฑ์
  - ก.  $\text{H}_2\text{O}_2$       ข.  $\text{H}_2\text{O}$       ค.  $\text{O}_2$       ง.  $\text{H}_2\text{O}$  และ  $\text{O}_2$
  
3. ข้อใดไม่ใช่เกณฑ์ในการตัดสินใจว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น
 

ก. เกิดฟองแก๊ส	ข. เกิดตะกอน
ค. สีของสารละลายเปลี่ยนแปลง	ง. เกิดการละลาย
  
4. ข้อใดแสดงว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น
 

ก. การต้มน้ำ	ข. การละลายของน้ำแข็ง
ค. การจุดธูป	ง. การระเหิดของลูกเหม็น
  
5. สารเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี จะมีลักษณะในข้อใด
 

ก. สีมืดไปจากเดิม	ข. มีสมบัติต่างไปจากสารตั้งต้น
ค. สถานะเปลี่ยนไป	ง. ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

6. ใครมีเหตุผลในการเลือกใช้สารเคมีได้อย่างเหมาะสมที่สุด
- แป้งใช้ผงซักฟอกทำความสะอาดจาน
  - แป้วใช้ผงซักฟอกทำความสะอาดห้องน้ำ
  - ปานใช้ผงซักฟอกทำความสะอาดรถยนต์
  - ปิวใช้ผงซักฟอกทำความสะอาดเสื้อผ้าที่สกปรก
7. จงดุลสมการเคมีต่อไปนี้  $N_2 + 3H_2$
- $N_2 + H_2 \rightarrow NH_3$
  - $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$
  - $N_2 + 2H_2 \rightarrow NH_3$
  - $N_2 + H_2 \rightarrow 3NH_3$
8. สารเคมีชนิดใดสามารถดับไฟป่าได้
- ผงฟู
  - สีย้อมผม
  - ยาน้ำเตี๊อด
  - แก๊สชีวเทน
9. ข้อใดไม่ใช่ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากฝนกรด
- ทำให้น้ำเค็มขึ้น
  - ทำให้ดินสีกร่อน
  - กัดกร่อนทำลายโลหะ
  - ทำให้ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้น
10. ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- อุณหภูมิ
  - พื้นที่ผิว
  - ความยืดหยุ่น
  - ความเข้มข้นของสารตั้งต้น



## บทที่ 9

### โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน

#### สาระสำคัญ

สิ่งมีชีวิตประกอบด้วย ธาตุและสารประกอบ ธาตุเป็นหน่วยเล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต โดยพบว่าธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตในปริมาณมาก คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และ ออกซิเจนซึ่งรวมตัวกันเป็นสารประกอบจำนวนมากในเซลล์ สารในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตที่มี ธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ เรียกว่า สารอินทรีย์ (Organic substance) ส่วนสารประกอบในเซลล์ที่ไม่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เรียกว่า สารอนินทรีย์ (Inorganic substance)

สารอินทรีย์ (Organic substance) ที่พบในธรรมชาติทั้งหลายมีแหล่งกำเนิดจาก สิ่งมีชีวิตแทบทั้งสิ้น โมเลกุลของสารอินทรีย์เหล่านี้มีต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ขนาดเล็กโครงสร้างแบบ ง่าย ๆ จนถึงขนาดใหญ่มีโครงสร้างเป็นสายยาว ๆ หรือขดตัวเป็นรูปร่างต่าง ๆ โมเลกุลของ สารอินทรีย์ที่พบในสิ่งมีชีวิตที่จัดเป็นสารชีวโมเลกุล (Biological molecule) และมีความสำคัญในกระบวนการทุกชนิดในสิ่งมีชีวิต ได้แก่ โปรตีน (Protein) คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) และไขมัน (Lipid)

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายสมบัติ ชนิด ประเภทการเกิด และประโยชน์ของโปรตีนได้
2. อธิบายสมบัติ ชนิด ประเภทการเกิด และประโยชน์ของคาร์โบไฮเดรตได้
3. อธิบายสมบัติ ชนิด ประเภทการเกิด และประโยชน์ของไขมันได้

#### ขอบข่ายเนื้อหา

เรื่องที่ 1 โปรตีน

เรื่องที่ 2 คาร์โบไฮเดรต

เรื่องที่ 3 ไขมัน

## บทที่ 9

### โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน

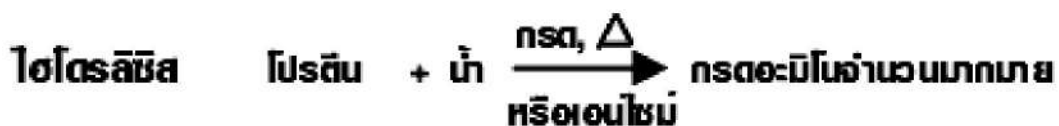
#### เรื่องที่ 1 โปรตีน

โปรตีน (Protein) เป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) และ ไนโตรเจน (N) เป็นส่วนประกอบสำคัญ และนอกจากนี้โปรตีนบางชนิดอาจประกอบด้วยอะตอมของธาตุอื่นๆ อีกเช่น กำมะถัน (S) เหล็ก (Fe) และฟอสฟอรัส (P) เป็นต้น โดยทั่วไปในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ มีโปรตีนอยู่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนักแห้ง

โปรตีนสร้างขึ้นจากกรดอะมิโนหลายๆ โมเลกุลมาเชื่อมต่อกันเป็นพอลิเมอร์ด้วยพันธะเพปไทด์ (Peptide bond) โมเลกุลของโปรตีนอาจประกอบขึ้นด้วยพอลิเพปไทด์เพียงสายเดียวหรือหลายสายเชื่อมโยงต่อกันก็ได้

#### สมบัติของโปรตีน

1. การละลายน้ำ ไม่ละลายน้ำ บางชนิดละลายน้ำได้เล็กน้อย
2. ขนาดโมเลกุล และมวลโมเลกุล ขนาดใหญ่มีมวลโมเลกุลมาก
3. สถานะ ของแข็ง
4. การเผาไหม้ เผาไหม้มีกลิ่นไหม้
5. ไฮโดรลิซิส

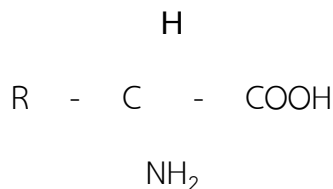


6. การทำลายธรรมชาติ โปรตีนบางชนิดเมื่อได้รับความร้อน หรือเปลี่ยนค่า pH หรือเติมตัวทำลายอินทรีย์บางชนิดจะทำให้เปลี่ยนโครงสร้างจับเป็นก้อนตกตะกอน



## ลักษณะโครงสร้างของโปรตีน

โปรตีนประกอบด้วยกรดอะมิโนมารวมกัน โดยใช้พันธะเพปไทด์ (Peptide bond) เป็นตัวยึดกรดอะมิโน มีสูตรทั่วไปคือ

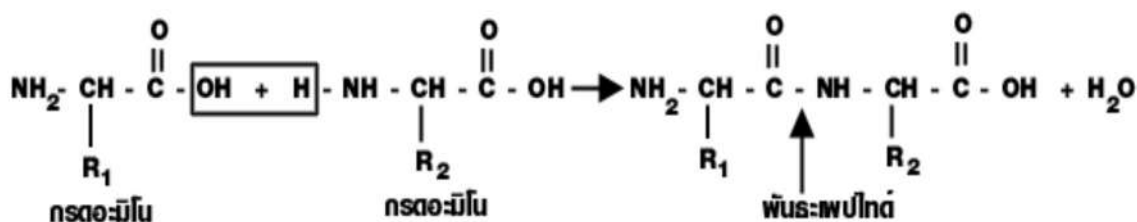


- NH<sub>2</sub> คือ หมู่อะมิโน (Amino group)

- COOH คือ หมู่คาร์บอกซิล (Carboxyl group)

- R คือ ไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) หรือหมู่อื่นๆกรดอะมิโนต่างชนิดกันจะแตกต่างกัน

พันธะเพปไทด์ คือ พันธะโคเวเลนต์ที่เกิดขึ้นระหว่าง C อะตอมในหมู่มาร์บอกซิลของกรดอะมิโน โมเลกุลหนึ่งยึดกับ N อะตอม ในหมู่อะมิโน (-NH<sub>2</sub>) ของกรดอะมิโนอีกโมเลกุลหนึ่ง



แผนภาพแสดงการยึดเกาะของโมเลกุลของกรดอะมิโน

ทีมา (โครงสร้างของกรดอะมิโน. ออนไลน์. 2552)

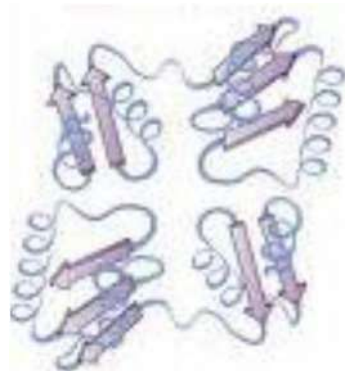
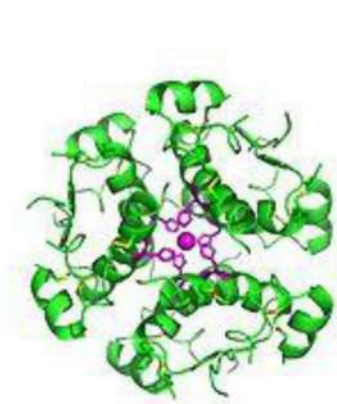
- สารที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 2 โมเลกุล เรียกว่า ไดเพปไทด์

- สารที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 3 โมเลกุล เรียกว่า ไตรเพปไทด์

- สารที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนตั้งแต่ 100 โมเลกุลขึ้นไป เรียกว่า พอลิเพปไทด์ นี้ว่าโปรตีน

ดังนั้นโปรตีนชนิดต่างๆ จึงขึ้นอยู่กับจำนวนและการเรียงตัวของกรดอะมิโน กรดอะมิโนจะมีเพียง 20 ชนิด แต่จำนวนและการเรียงตัวที่ต่างกันของกรดอะมิโน ทำให้จำนวน

โปรตีนในร่างกายคน มีจำนวนมากถึง 1 แสนกว่าชนิด โปรตีนแต่ละชนิดอาจประกอบไปด้วยสายพอลิเพปไทด์ 1 สาย หรือหลายสายก็ได้ แล้วแต่ชนิดของโปรตีน เช่นโมเลกุลของอินซูลินัวประกอบด้วยสายพอลิเพปไทด์ 2 สาย โมเลกุลของฮีโมโกลบิน ประกอบด้วยสายพอลิเพปไทด์ 4 สาย



### โครงสร้างโมเลกุลของอินซูลิน

ที่มา (โครงสร้างโมเลกุลของอินซูลิน.ออนไลน์. 2252)

### โครงสร้างโมเลกุลของฮีโมโกลบิน

ที่มา (โครงสร้างโมเลกุลของฮีโมโกลบิน. ออนไลน์. 2252)

การที่กรดอะมิโนทั้ง 20 ชนิดต่อกันอย่างอิสระ ทำให้โปรตีนแต่ละชนิดมีลำดับจำนวนของกรดอะมิโนแตกต่างกัน และมีคุณสมบัติแตกต่างกันด้วย



### ชนิดของโปรตีน

โปรตีนสามารถแบ่งตามโครงสร้างและรูปร่างของโมเลกุลได้ 3 กลุ่ม

1. โปรตีนอย่างง่าย (simple proteins)
2. โปรตีนเชิงซ้อน (conjugated proteins)
3. อนุพันธ์โปรตีน (derived proteins)

### ชนิดของโปรตีน : โปรตีนอย่างง่าย (simple proteins)

- โปรตีนที่โมเลกุลประกอบด้วยกรดอะมิโนชนิดต่างๆ มาเรียงต่อกันด้วยพันธะเพปไทด์ จำนวนหลายร้อย หลายพันโมเลกุล

- ภายหลังการไฮโดรไลซ์ด้วยกรด ต่าง หรือเอนไซม์จะได้เป็นกรดอะมิโนชนิดต่างๆ เท่านั้น

- แบ่งออกได้เป็น 7 กลุ่มย่อย ได้แก่ แอลบูมิน (albumins) โกลบูลิน (globulins) กลูเตลิน (glutelins) โพรลามิน (prolamins) สเคลโรโปรตีน (scleroproteins) ฮิสโตน (histones) และ โปรตามิน (protamines)

### ชนิดของโปรตีน : โปรตีนเชิงซ้อน (conjugated proteins)

- ▶ โปรตีนที่เกิดจากการที่โปรตีนอย่างง่าย รวมตัวกับสารประกอบอื่นที่ไม่ใช่โปรตีน เช่น รวมกับ ลิพิด กรดนิวคลีอิก และคาร์โบไฮเดรต
- ▶ ตัวอย่างของโปรตีนเชิงซ้อน เช่น ฟอสโฟโปรตีน (phosphoproteins) ไลโปโปรตีน (lipoproteins) นิวคลีโอโปรตีน (nucleoproteins) ไกลโคโปรตีน (glycoproteins) โครโมโปรตีน (chromoproteins) เมทัลโลโปรตีน (metalloproteins)

### ชนิดของโปรตีน : อนุพันธ์โปรตีน (derived proteins)

- ▶ เป็นโปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีน 2 กลุ่ม แรก ด้วยเอนไซม์ หรือปฏิกิริยาทางเคมี เช่น เจลาติน เป็นอนุพันธ์ของโปรตีนที่ได้จากคอลลาเจน
- ▶ Rennet-coagulated casein ได้จากการตกตะกอนโปรตีนในน้ำนมด้วยเอนไซม์เรนเนต
- ▶ โปรตีนที่โครงสร้างเปลี่ยนแปลงจากจตุรภูมิหรือตติยภูมิเป็นทุติยภูมิหรือปฐมภูมิ



### ประเภทของโปรตีน

การแบ่งประเภทของโปรตีนมีเกณฑ์ในการแบ่งแตกต่างกัน ดังนี้

1. เกณฑ์การแบ่งตามหลักชีวเคมี แบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1.1 โปรตีนเชิงเดี่ยว (Simple protein) เป็นโปรตีนชนิดที่ไม่ซับซ้อนประกอบด้วยกรดอะมิโนเพียงอย่างเดียว ไม่มีสารอื่นเจือปนอยู่ เช่น

- serum albumin เป็นโปรตีนในน้ำเลือด
- legumin เป็นโปรตีนในเมล็ดถั่ว
- myosin เป็นโปรตีนในกล้ามเนื้อ
- lactoglobulin เป็นโปรตีนในข้าวสาลี

1.2 โปรตีนเชิงประกอบ (Compound protein) เป็นโปรตีนชนิดที่ซับซ้อนประกอบด้วยกรดอะมิโน และมีสารอื่นปนอยู่ด้วย เช่น

- phosphoprotein เป็นโปรตีนที่มีฟอสเฟตอยู่ด้วย
- lipoprotein เป็นโปรตีนที่มีไขมันรวมอยู่ด้วยเช่น ไข่แดง เยื่อหุ้มเซลล์ น้ำมัน
- glucoprotein เป็นโปรตีนที่ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต พบใน น้ำลาย

1.3 อนุพันธ์ของโปรตีน (Derived Protein) เป็นโปรตีนชนิดที่ได้จากการสลายตัวของโปรตีนเชิงเดี่ยวและโปรตีนเชิงประกอบ เช่น myosan ได้จาก myosin ซึ่งเป็นโปรตีนเชิงเดี่ยวในกล้ามเนื้อ

2. เกณฑ์การแบ่งตามหน้าที่ของโปรตีน แบ่งได้ 8 ประเภท คือ

2.1 โปรตีนที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้าง (Structure protein) คือโปรตีนที่ทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบของโครงสร้างของร่างกาย เช่น เยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยโปรตีนฝังอยู่ในพื้นที่ที่เป็นไขมัน ไรโบโซม เป็นแหล่งที่มีการสังเคราะห์โปรตีน ประกอบด้วยโปรตีน 50% และ RNA 50% collagen ในกระดูกและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน

2.2 โปรตีนที่ทำหน้าที่ขนส่ง (Transport protein) คือโปรตีนทำหน้าที่ลำเลียงแก๊สออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น hemoglobin ในเม็ดเลือด ทำหน้าที่นำออกซิเจนจากปอดไปส่งทั่วร่างกาย transferrin ในซีรัม ทำหน้าที่ขนส่งธาตุเหล็ก

2.3 โปรตีนที่ทำหน้าที่เป็นเอนไซม์ (Enzyme protein) คือ โปรตีนที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเร่งปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ในร่างกาย เช่น catalase เป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการสลายตัวของ  $H_2O_2$  lipase เป็นเอนไซม์ของปฏิกิริยาการสลายไขมัน

2.4 โปรตีนที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับเคลื่อนไหว (Contractile protein) คือ โปรตีนที่อยู่ในเซลล์ของกล้ามเนื้อ คือ แอกทิน และไมโอซิน

2.5 โปรตีนที่ทำหน้าที่เก็บสะสม (Storage protein) คือ โปรตีนที่ทำหน้าที่สะสมอาหาร เช่น ovalbumin ในไข่ขาว casein และ lactoglobulin ในน้ำนม

2.6 โปรตีนที่ทำหน้าที่สารพิษ (Toxin) คือ โปรตีนที่ทำหน้าที่เป็นสารมีพิษ พบทั้งในเชื้อโรค สัตว์ และพืช เช่น พิษงู ซึ่งประกอบด้วยเอนไซม์ที่ย่อยพวกไขมัน

2.7 โปรตีนที่ทำหน้าที่ป้องกัน (Protective protein) คือ โปรตีนที่ทำหน้าที่เป็นภูมิคุ้มกันโรคให้กับร่างกาย เช่น immunoglobulin เป็นไกลโคโปรตีน ซึ่งทำหน้าที่กำจัดสารหรือเชื้อโรคที่ผ่านเข้าสู่ร่างกาย

2.8 โปรตีนที่ทำหน้าที่ควบคุม (Control protein) คือ โปรตีนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเซลล์ในร่างกาย ได้แก่ พวกฮอร์โมนต่างๆ เช่น insulin เป็นฮอร์โมนที่ควบคุมเมตาบอลิซึมของกลูโคส parathormone เป็นฮอร์โมนที่ควบคุมระดับสมดุลของแคลเซียมและฟอสฟอรัสในร่างกาย growth hormone เป็นฮอร์โมนที่ควบคุมและกระตุ้นการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อต่างๆในร่างกาย

3. เกณฑ์การแบ่งตามหลักโภชนาการ สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

3.1 โปรตีนประเภทสมบูรณ์ (complete protein) คือ โปรตีนที่มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายครบทุกตัว สามารถนำมาสร้างและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอได้ดี ได้แก่ เนื้อสัตว์ ไข่ นม เป็นต้น

3.2 โปรตีนประเภทไม่สมบูรณ์ (incomplete protein) คือ โปรตีนที่มีกรดอะมิโนชนิดจำเป็นต่อร่างกายไม่ครบทุกตัว ซึ่งร่างกายนำมาสร้างและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอได้ไม่ดี ส่วนใหญ่เป็นโปรตีนจากพืช

4. เกณฑ์การแบ่งตามลักษณะโครงสร้างโมเลกุล สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

4.1 โปรตีนลักษณะแบบเส้นใย (fibrous protein) เป็นโปรตีนที่โมเลกุลมีลักษณะเป็นเส้นยาว สายพอลิเมอร์จะเรียงตัวเป็นระเบียบมีความแข็งแรงเหนียว ยืดหยุ่นได้มาก และมักจะไม่ละลายน้ำ เช่น โปรตีนในเส้นผม โปรตีนในเส้นขน โปรตีนในเส้นเอ็น โปรตีนในเขาสัตว์ โปรตีนในเส้นไหม เป็นต้น

4.2 โปรตีนลักษณะเป็นก้อน (globular protein) เป็นโปรตีนที่มีสายพอลิเพปไทด์พันไปมา และอัดกันแน่น ทำให้มีลักษณะเป็นก้อน บางส่วนของสายเพปไทด์อาจทบกันอย่างเป็นระเบียบ หรือมีลักษณะเป็นเกลียว หรือเป็นแผ่น เช่น โปรตีนพวกเอนไซม์ โปรตีนพวกฮีโมโกลบิน โปรตีนพวกฮอร์โมน โปรตีนที่อยู่ใกล้กล้ามเนื้อ เป็นต้น

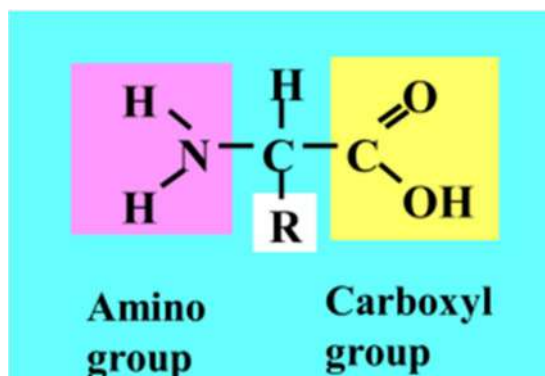
### การเกิดโปรตีน (Protein)

- โปรตีนเกิดจาก polypeptide ของ amino acid ที่ต่อกันเป็นลำดับเฉพาะตัวสำหรับโปรตีนแต่ละชนิด

- โปรตีนสามารถทำงานได้ ต้องมีรูปร่าง (conformation) ที่เป็นลักษณะเฉพาะตัว

- มนุษย์มีโปรตีนมากกว่า 10,000 ชนิด แต่ละชนิดมีโครงสร้างและหน้าที่แตกต่างกัน

Amino acid เป็นสารอินทรีย์ที่มีหมู่ carboxylic และหมู่ amino ต่อกับอะตอมคาร์บอนที่เป็นศูนย์กลาง อะตอมที่เป็นศูนย์กลางยังต่อกับอะตอม hydrogen และหมู่ R group 1 หมู่ที่แตกต่างกัน



- Amino acid แบ่งออกเป็นกลุ่มตามคุณสมบัติของ R group

- R group ที่แตกต่างกันนี้ ทำให้เกิด amino acid แตกต่างกัน 20 ชนิด แต่ละชนิดมีคุณสมบัติทางเคมีและชีววิทยาแตกต่างกัน





## ความสำคัญและประโยชน์ของสารอาหารประเภทโปรตีนต่อสิ่งมีชีวิต

1. เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย โดยโปรตีน 1 กรัม จะให้พลังงานประมาณ 4.1 กิโลแคลอรี ซึ่งเท่ากับสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต
2. เป็นส่วนประกอบของเซลล์ โดยเป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์และโพรโทพลาสซึมของเซลล์
3. เป็นโครงสร้างของผิวหนัง เส้นผม และขน
4. ช่วยในการเจริญเติบโต และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอในร่างกาย โดยร่างกายจะนำโปรตีนไปใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อใหม่
5. ช่วยในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถเคลื่อนไหวได้
6. เป็นสารที่ทำหน้าที่สำคัญต่างๆ ในร่างกาย เช่น ทำหน้าที่ในการลำเลียงออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ สร้างภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกาย ช่วยกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ในร่างกาย
7. สามารถเปลี่ยนเป็นคาร์โบไฮเดรต และไขมันได้ โดยพบว่ากรดอะมิโนชนิดหนึ่งอาจเปลี่ยนแปลงไปเป็นกรดอะมิโนอื่นๆ ได้



## เรื่องที่ 2 คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นแหล่งให้พลังงานและคาร์บอนที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตเพื่อนำไปใช้ในการดำรงชีวิตและสร้างสารอื่นๆต่อไป โมเลกุลของคาร์โบไฮเดรตประกอบด้วยอะตอมของธาตุ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) โดยมีอัตราส่วนของอะตอมไฮโดรเจนต่อออกซิเจน เท่ากับ 2:1 ( $H:O = 2:1$ ) จำนวนและการเรียงตัวของอะตอมทั้งสามธาตุนี้แตกต่างกัน จึงทำให้คาร์โบไฮเดรตมีหลายชนิด เช่น น้ำตาลกลูโคส ( $C_6H_{12}O_6$ ) น้ำตาลซูโครส ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) แป้ง ( $(C_6H_{10}O_5)_n$ )

พืชสีเขียวสามารถสร้างอาหารขึ้นได้ โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นวัตถุดิบในการผลิตกลูโคส น้ำตาลอื่นๆ แป้ง เซลลูโลส และสารอื่นๆ คาร์โบไฮเดรตที่พบในพืช มักอยู่ในรูปของพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharides) คาร์โบไฮเดรตที่เรารู้จักกันดี คือ น้ำตาลชนิดต่างๆ และแป้ง

น้ำตาล มีรสหวานบางครั้งเรียกว่า แซ็กคาไรด์ (Saccharides) มีอยู่ทั่วไปทั้งในเนื้อเยื่อของพืชและสัตว์ มนุษย์และสัตว์มีกลูโคสเป็นน้ำตาลในเลือด มีไกลโคเจนสะสมเป็นกลูโคสสำรองไว้ใช้ในเนื้อเยื่อของตับและกล้ามเนื้อ คาร์โบไฮเดรตทั้งสองชนิดนี้ เป็นสารที่เซลล์จะนำไปสลายให้ได้พลังงานที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต

### สมบัติของคาร์โบไฮเดรต

1. มีสูตรทั่วไปของคาร์โบไฮเดรต คือ  $(\text{CH}_2\text{O})_n$

**ข้อยกเว้น** คาร์โบไฮเดรต บางชนิด ไม่มีสัดส่วนเหมือนกันได้ เช่น ไดออกซีไรโบส ( $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$ ) สารบางอย่างมีสูตรทั่วไปเป็น  $(\text{CH}_2\text{O})_n$  คล้ายคาร์โบไฮเดรต แต่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต เช่น กรดน้ำส้ม  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  กรดแลคติก  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$

2. จัดเป็นพอลิไฮดรอกซิล

3. คาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยแป้ง และน้ำตาล น้ำตาลเป็นคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลเล็ก มักเรียกลงท้ายชื่อด้วย โอส (-ose) เช่น กลูโคส (glucose) มอสโทส (motosse) แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ ได้แก่ ไกลโคเจน (glycogen) เซลลูโลส (cellulose)

4. คาร์โบไฮเดรตในคน และสัตว์ สามารถสะสมในร่างกายในรูปของไกลโคเจน ส่วนใหญ่เก็บสะสมไว้ที่ตับ และกล้ามเนื้อ

5. แป้งสามารถเปลี่ยนเป็นน้ำตาลได้ โดยใช้เอนไซม์ที่มีอยู่ในน้ำลาย



## ประเภทของคาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตแบ่งออกเป็น 3 พวกใหญ่ๆ คือ

1. น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharides) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีขนาดเล็กที่สุด เป็นโมเลกุลสายเดี่ยว ต่อกันเป็นลูกโซ่ยาวไม่แตกกิ่งหรือแขนง ประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอนตั้งแต่ 3 ถึง 7 อะตอม มีสูตรโครงสร้างทั่วไป คือ  $(CH_2O)_n$  โดย n แสดงจำนวนคาร์บอนอะตอมที่รู้จักกันทั่วไปเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีคาร์บอน 6 อะตอม เช่น กลูโคส กาแลคโทส และฟรักโทส โครงสร้าง ดังภาพ



แสดงโครงสร้างของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว

ที่มา (โครงสร้างของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว. ออน-ไลน์. 2552)

## น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่ควรรู้จัก ได้แก่

กลูโคส (glucose ,  $C_6H_{12}O_6$ ) พบในผักและผลไม้ทั่วไป จัดว่าเป็นน้ำตาลที่สำคัญ เพราะน้ำตาลชนิดนี้เป็นสารที่ละลายอยู่ในเส้นเลือดและสามารถลำเลียงไปสู่ส่วนต่างๆของร่างกายทันที เพื่อสร้างพลังงานให้แก่การทำงานของระบบต่างๆของร่างกาย

ฟรักโทส (fructose ,  $C_6H_{12}O_6$ ) พบในผลไม้ น้ำผึ้ง สายรก น้ำอสุจิ(semen) เป็นน้ำตาลที่มีความหวานมากกว่าน้ำตาลชนิดอื่นๆ ในธรรมชาติ ละลายน้ำได้ดี

กาแลคโทส (galactose ,  $C_6H_{12}O_6$ ) เป็นน้ำตาลที่ไม่พบในธรรมชาติแต่ได้จากการสลายตัวของน้ำตาลแลคโทส (lactose) เมื่อน้ำตาลแลคโทสซึ่งเป็นน้ำตาลในนมถูกย่อยจะได้

น้ำตาลกาแลกโทส และกลูโคส เป็นส่วนประกอบสำคัญในไกลโคลิพิดของเนื้อเยื่อประสาท น้ำตาลชนิดนี้มีความหวานน้อยกว่ากลูโคส

ไรโบส (ribose ,  $C_5H_{10}O_5$ ) เป็นน้ำตาลที่เป็นส่วนประกอบโครงสร้างของกรดไรโบนิวคลีอิก หรือ RNA ซึ่งมีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน เป็นส่วนประกอบของสารพลังงานสูง คือ ATP (adenosine triphosphate)

ดีออกซีไรโบส (deoxyribose,  $C_5H_{10}O_4$ ) เป็นน้ำตาลที่เป็นส่วนประกอบโครงสร้างของกรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก (deoxyribonucleic acid หรือ DNA) ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในโครโมโซม โดยทำหน้าที่ควบคุมกิจกรรมต่างๆของเซลล์ เช่น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

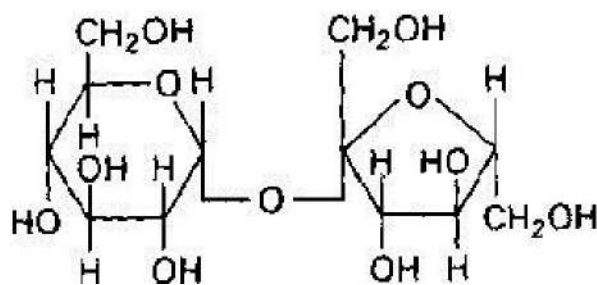
ไรบูลอส (ribulose,  $C_5H_{10}O_5$ ) เป็นน้ำตาลที่มีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยทำหน้าที่รับ  $CO_2$  ในช่วงปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสง

**2. โอลิโกแซ็กคาไรด์ (Oligosaccharides)** เกิดจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวตั้งแต่ 2-10 โมเลกุลมารวมกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก (glycosidic) มีสูตรทางเคมี คือ  $C_{12}H_{22}O_{11}$  โอลิโกแซ็กคาไรด์ที่พบมากที่สุด ในธรรมชาติ คือ พวกโตแซ็กคาไรด์ (Disaccharides) หรือน้ำตาลโมเลกุลคู่

น้ำตาลโมเลกุลคู่ เป็นน้ำตาลที่ประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุลมารวมกันด้วยพันธะโควาเลนต์ กลายเป็นไดแซ็กคาไรด์(น้ำตาลโมเลกุลคู่) 1 โมเลกุล โดยที่น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่มารวมกันจะเป็นโมเลกุลชนิดเดียวกัน หรือต่างชนิดก็ได้

**น้ำตาลโมเลกุลคู่ที่พบมากที่สุด ในธรรมชาติ ได้แก่**

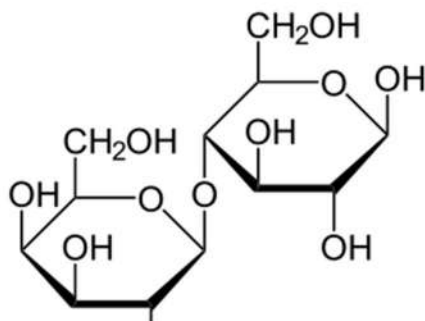
**ซูโครส (sucrose ,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ )** แต่ละโมเลกุลประกอบด้วยกลูโคสและฟรักโทส อย่างละ 1 โมเลกุล ซูโครสมีลักษณะเป็นผลึกสีขาว ละลายน้ำได้ดี และมีรสหวาน พบในน้ำอ้อย มะพร้าว ตาล ผลไม้สุก หัวบีท โดยเฉพาะพบมากที่สุด ในอ้อย จึงอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า น้ำตาลอ้อย ซูโครสที่รู้จักกันดีคือ น้ำตาลหรือน้ำตาลกรวด



แสดงโครงสร้างของน้ำตาลซูโครส

ที่มา (โครงสร้างโมเลกุลน้ำตาลซูโครส. ออนไลน์. 2552)

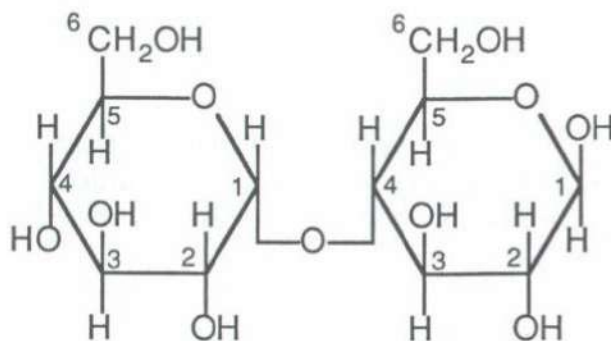
**แลคโตส** (lactose,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) เป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ซึ่งแต่ละโมเลกุลประกอบด้วย กลูโคสและกาแลคโทสอย่างละ 1 โมเลกุล พบในน้ำนมของคนและสัตว์ หรืออาจพบในปัสสาวะของหญิงมีครรภ์แต่ไม่ พบในพืช ดังนั้นอาจเรียกอีกอย่างว่า น้ำตาลนม (milk sugar) ละลายน้ำได้น้อยกว่าซูโครส และมีความหวานน้อยกว่า



แสดงโครงสร้างของน้ำตาลแลคโทส

ที่มา (โครงสร้างโมเลกุลแลคโทส ออนไลน์. 2552)

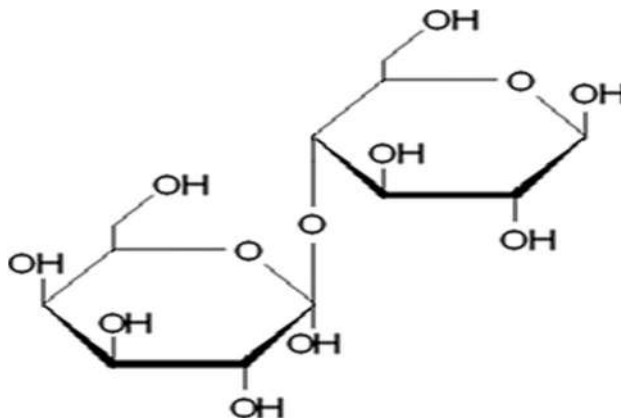
**มอลโทส** (maltose,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) เป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ซึ่งแต่ละโมเลกุลประกอบด้วย กลูโคส 2 โมเลกุลมารวมตัวกัน เป็นน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ดี แต่ความหวานไม่มากนัก (มีความหวานเพียง 20% ของน้ำตาลซูโครส) เป็นน้ำตาลที่พบในธัญพืช ได้แก่ ข้าวมอลต์ แต่ไม่พบในรูปอิสระในธรรมชาติ ได้จากการย่อยสลายแป้งและไกลโคเจน



แสดงโครงสร้างของน้ำตาลมอลโทส

ที่มา (โครงสร้างน้ำตาลมอลโทส ออนไลน์. 2552)

**เซลโลไบโอส** (cellobiose,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) เป็นน้ำตาลโมเลกุลที่ไม่มีรูปอิสระในธรรมชาติ และไม่เป็นประโยชน์ต่อคน ได้จากการย่อยสลายเซลลูโลส

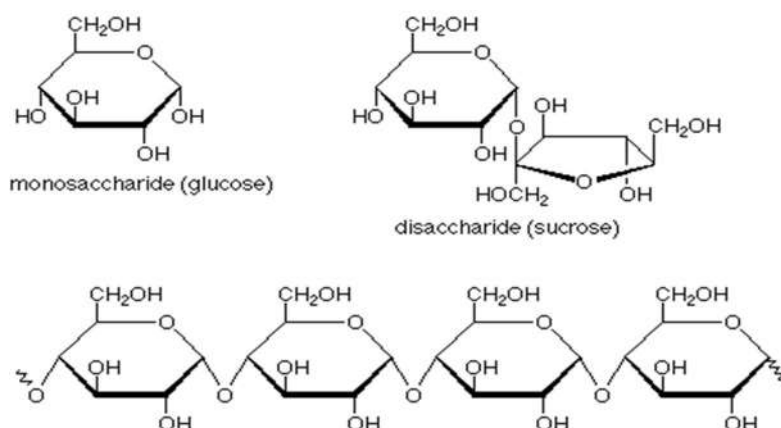


แสดงโครงสร้างของเซลโลไบโอส

ที่มา (โครงสร้างของเซลโลไบโอส ออนไลน์. 2552)

**3. พอลิแซ็กคาไรด์** หรือน้ำตาลโมเลกุลใหญ่ เกิดจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหลาย ๆ โมเลกุลมารวมกันตั้งแต่ 11 จนถึง 1,000 โมเลกุล ต่อกันเป็นสายยาวๆ บางชนิดเป็นสายโซ่ยาวตรง บางชนิดมีกิ่งก้านแยกออกไป พอลิแซ็กคาไรด์ แตกต่างกันที่ชนิด และจำนวนของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่เป็นองค์ประกอบพอลิแซ็กคาไรด์ที่พบมากที่สุด ได้แก่

**แป้ง (starch)** เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่พืชสามารถสังเคราะห์ได้ และสะสมในส่วนต่าง ๆ ของพืชชั้นสูง เช่น เมล็ด ราก ผล เป็นต้น โมเลกุลของแป้งแต่ละโมเลกุลประกอบขึ้นด้วยโมเลกุลของกลูโคสต่อกันเป็นสายยาว บางส่วนแตกกิ่งก้านสาขา



แสดงโครงสร้างโมเลกุลของแป้ง

ที่มา (โครงสร้างโมเลกุลของแป้ง ออนไลน์. 2552)

**ไกลโคเจน (glycogen)** เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่สะสมในเซลล์ของกล้ามเนื้อและเซลล์ตับ เพื่อใช้ในเวลาที่ร่างกายขาดแคลนกลูโคส มีบทบาทที่สำคัญในการรักษาระดับน้ำตาลในเลือด โมเลกุลของ ไกลโคเจนประกอบด้วย หน่วยย่อยที่เป็นกลูโคสเรียงตัวเป็นสายยาว ในร่างกายหากมีกลูโคสเหลือใช้ ในร่างกายถ้าหากมีกลูโคสเหลือใช้ ร่างกายจะเปลี่ยนไปเป็นไกลโคเจน แล้วเก็บสะสมไว้ที่ตับกับกล้ามเนื้อ

**เซลลูโลส (cellulose)** เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์พืช โดยเป็นส่วนที่สร้างความแข็งแรงให้แก่เซลล์พืช โมเลกุลของเซลลูโลสประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคสจำนวนมากมาย ประมาณ 1,200-12,500 โมเลกุล แต่มีการเรียงตัวของโมเลกุลกลูโคสแตกต่างจากโมเลกุลของแป้ง และเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำเพราะโมเลกุลใหญ่มาก คนสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น วัว ควาย สามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลสย่อยเซลลูโลสเป็นกลูโคสได้

**ไคติน (chitin)** เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่พบในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ไคตินจะเป็นส่วนที่เป็นเปลือกแข็งหุ้มตัวสัตว์ เช่น กระจกปู เปลือกกุ้ง เป็นต้น ไคตินไม่ละลายน้ำและไม่สามารถย่อยสลายด้วยน้ำย่อยของร่างกาย

**เฮปาริน (heparin)** เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่พบในปอด ตับ ม้าม ผนังเส้นเลือด เฮปารินเป็นสารที่ทำให้เลือดไม่แข็งตัว

**ลิกนิน (lignin)** เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่พบในเนื้อเยื่อพืชมีความแข็งแรง โดยจะสะสมตามผนังเซลล์พืช

**เพกทิน (pectin)** เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่พบในผลไม้มีลักษณะคล้ายวุ้น ประกอบด้วยโมเลกุลของกาแลคโทสหลายๆโมเลกุลมารวมกัน พบในผนังเซลล์พืช เปลือกผลไม้ต่างๆ เช่น ส้ม มะนาว และยังพบในส่วนขอรากและใบที่เป็นสีเขียวของพืชด้วย



### ความสำคัญและประโยชน์ของสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตต่อสิ่งมีชีวิต

1. เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแก่เซลล์ เพื่อทำกิจกรรมต่างๆ และให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย โดยคาร์โบไฮเดรต 1 กรัม จะให้พลังงานประมาณ 4.1 กิโลแคลอรี
2. สามารถนำไปสังเคราะห์เป็นสารในรูปไกลโคเจนเก็บสะสมไว้ที่ตับและกล้ามเนื้อ เพื่อใช้ในยามขาดแคลน การเก็บสะสมไว้ในรูปไกลโคเจนมีปริมาณจำกัด จึงมีการสะสมไว้ในรูปของไขมันไว้ตามส่วนต่างๆของร่างกายเก็บไว้ใช้ในยามขาดแคลน
3. โอลิโกแซ็กคาไรด์ และพอลิแซ็กคาไรด์ เป็นส่วนประกอบของเซลล์และเป็นโครงสร้างของเซลล์
4. ควบคุมเมตาบอลิซึมของไขมันและโปรตีนให้เป็นปกติ โดยร่างกายจะใช้คาร์โบไฮเดรตสำหรับนำไปสร้างพลังงานก่อน ถ้าไม่พอจึงจะใช้จากไขมัน และมีการป้องกันไม่ให้เกิดการสลายตัวของไขมันในตับมาก เพราะหากไขมันในตับไม่สามารถสลายตัวได้สมบูรณ์ทำให้เกิดสารคีโตน (ketone body) ซึ่งเป็นพิษต่อร่างกาย และถ้าหากขาดแคลนมากๆจึงมีการใช้โปรตีน หากโปรตีนถูกนำมาสร้างพลังงานจะมีผลเสียต่อร่างกาย เนื่องจากบทบาทโปรตีนมีบทบาทสำคัญ เช่น สร้างเอนไซม์ สร้างซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ สร้างภูมิคุ้มกันต้านเชื้อโรค
5. เป็นสาระสำคัญในการสร้างสารบางชนิดในร่างกาย เช่น การสังเคราะห์ DNA RNA และ ATP จะต้องใช้น้ำตาล
6. ช่วยกระตุ้นการทำงานของลำไส้เล็ก ป้องกันไม่ให้ท้องผูก เช่น เซลลูโลสจะทำให้ร่างกายมีกากอาหาร





### เรื่องที่ 3 ไขมัน

ไขมัน (Fats หรือ Lipid) เป็นสารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น อีเทอร์ เบนซีน คลอโรฟอร์ม คาร์บอนเตตระคลอไรด์ อะซิโตน และแอลกอฮอล์ ประกอบด้วย คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) แต่อัตราส่วนของธาตุเหล่านี้ไม่เหมือนกับคาร์โบไฮเดรต (คาร์โบไฮเดรตอัตราส่วนระหว่าง H : O = 2 : 1) จำนวนออกซิเจนจะน้อยกว่า ส่วนจำนวนคาร์บอน และไฮโดรเจนนั้นมีต่าง ๆ กันตามชนิดของไขมันนั้นๆ

ไขมันที่พบในธรรมชาติมักจะไม่อยู่ในสภาพอิสระ แต่จะปรากฏอยู่กับสารชีวโมเลกุลอื่นๆ ถ้าไขมัน (glycolipid) ประกอบอยู่กับโปรตีน เรียกว่า ไลโปโปรตีน (lipoprotein)

#### สมบัติของไขมัน

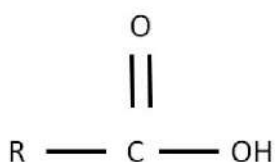
1. ไขมันและน้ำมันไม่ละลายน้ำ ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว เช่น เฮกเซน
2. ไขมันมีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำ แต่มีความหนาแน่นสูงกว่าเอทานอล
3. ไขมัน และน้ำมันเกิดกลิ่นหืนได้ โดยน้ำมันจะเกิดได้ง่ายกว่า เพราะเกิดปฏิกิริยากับ  $O_2$  ได้ง่ายกว่า
4. ในกรณีที่มีคาร์บอนอะตอมเท่ากันการเผาไหม้น้ำมันจะมีเขม่ามากกว่าการเผาไหม้ไขมัน
5. ไขมันมีลักษณะเป็นของแข็งที่อ่อน แต่น้ำมันเป็นของเหลว



#### ลักษณะโครงสร้างของไขมัน

ไขมันทุกชนิดมีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ กรดไขมัน (fatty acid) และ กลีเซอรอล (glycerol)

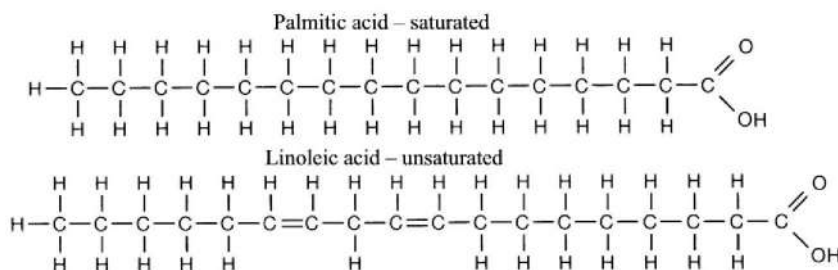
1. กรดไขมัน (fatty acid) มีสูตรโมเลกุลมีสูตรทั่วไป ดังนี้



R คือ หมู่ไฮโดรคาร์บอนที่ประกอบด้วย C กับ H ซึ่งมีจำนวนแตกต่างกันไปตามชนิดของกรดไขมัน ดังนั้นกรดไขมันมีอยู่มากมายหลายชนิด แต่ละชนิดมีจำนวนอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจนใน R แตกต่างกันไป เช่น

R ของกรดปาล์มิติก มี C 15 อะตอม และ H 31 อะตอม

R ของกรดไลโนเลอิก มี C 17 อะตอม และ H 31 อะตอม



แสดงสูตรโครงสร้างของกรดอะมิโนบางชนิด

ที่มา (palmitic acid structure. On-line 2009)

ถ้าพิจารณาจากความต้องการของร่างกาย สามารถแบ่งกรดไขมันออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. กรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย (essential fatty acid) เป็นกรดไขมันที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย แต่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ได้เอง จึงจำเป็นต้องได้รับจากอาหารโดยตรง กรดไขมันนี้มีมากในน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด น้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันรา ยกเว้นน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันปาล์ม

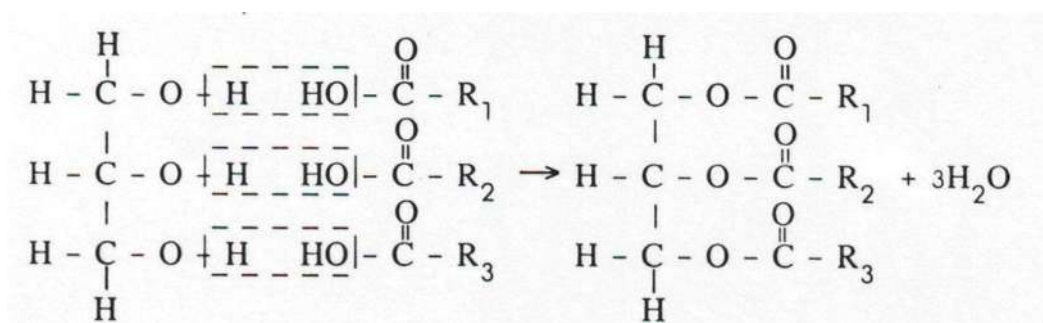
2. กรดไขมันที่ไม่จำเป็นต่อร่างกาย (nonessential fatty acid) เป็นกรดไขมันที่ร่างกายสามารถสังเคราะห์ขึ้นได้เอง มีอยู่ในอาหารประเภทลิพิดทั่วไป

ถ้าพิจารณาตามระดับความอิ่มตัว สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) เป็นกรดไขมันที่อะตอมของคาร์บอนในโมเลกุลมีแต่พันธะเดี่ยว และไม่สามารถรับอะตอมของไฮโดรเจนเข้าไปในโมเลกุลได้อีก มีจุดหลอมเหลวสูงกว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัว พบมากในไขมันสัตว์ เนย น้ำมันจากสัตว์และน้ำมันพืชบางชนิด เช่น น้ำมันมะพร้าว จากการศึกษาทางการแพทย์พบว่า หากรับประทานอาหารที่



ในการรวมกันของโมเลกุลของกลีเซอรอลกับแต่ละโมเลกุลของกรดไขมันนั้นจะได้น้ำ 1 โมเลกุล และเรียกปฏิกิริยานี้ว่า ดีไฮเดชัน (dehydration) เช่น เมื่อกลีเซอรอล 1 โมเลกุลรวมกับกรดไขมัน 3 โมเลกุล จะเกิดน้ำ 3 โมเลกุล



กลีเซอรอล 1 โมเลกุล    กรดไขมัน 3 โมเลกุล    ไขมัน 1 โมเลกุล    น้ำ 3 โมเลกุล



## ประเภทของไขมัน

ไขมันแบ่งออกตามลักษณะทางเคมีได้ 3 ประเภท คือ

1. **ไขมันธรรมดา** (simple lipid) เป็นลิพิดที่ประกอบขึ้นด้วยกรดไขมันกับแอลกอฮอล์ เกิดจากการรวมตัวระหว่างกลีเซอรอล 1 โมเลกุลกับกรดไขมัน 1-3 โมเลกุล แล้วแต่ชนิดของไขมันแบ่งออกเป็น

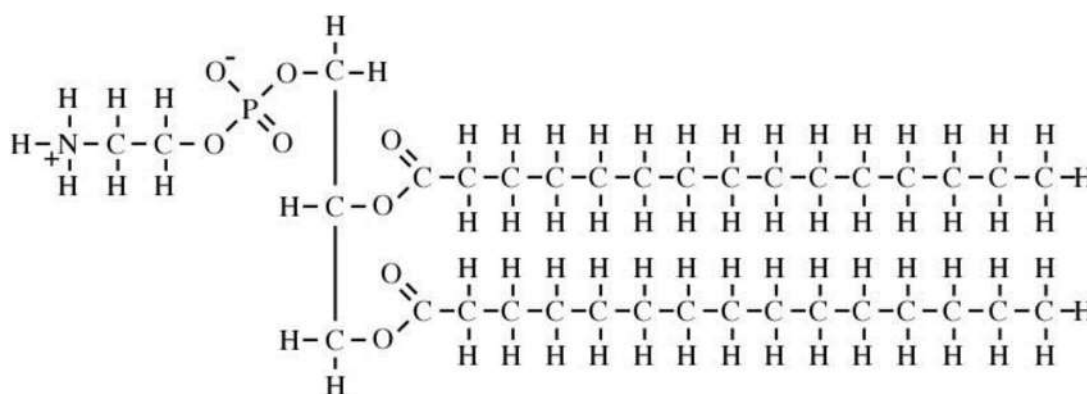
1.1 ไขมัน (fat) อาจเรียกอีกอย่างว่า กลีเซอไรด์ (glyceride) ประกอบด้วยกลีเซอรอลกับกรดไขมันชนิดอิ่มตัว (saturated fatty acid) เป็นส่วนใหญ่ (กรดไขมัน 3 โมเลกุล กับกลีเซอรอล 1 โมเลกุล)

1.2 น้ำมัน (oil) ประกอบด้วยกลีเซอรอลกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) เป็นส่วนใหญ่ (กรดไขมัน 3 โมเลกุล กับกลีเซอรอล 1 โมเลกุล)

1.3 ไชหรือขี้ผึ้ง (wax) ประกอบด้วยกรดไขมันกับแอลกอฮอล์ที่มีโมเลกุลใหญ่กว่ากลีเซอรอล และมีน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่าด้วย

## 2. ไขมันเชิงประกอบ (compound lipid) ประกอบด้วยไขมันร่วมกับสารอื่นๆ เช่น

2.1 ฟอสโฟลิพิด(phospholipid)หรือฟอสโฟกลีเซอไรด์(phosphoglyceride) เป็นไขมันธรรมดาที่มีหมู่ฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบโดยเกิดจากการรวมตัวของกรดไขมัน กลีเซอรอล และหมู่ฟอสเฟต มีโครงสร้างคล้ายกับไขมันและน้ำมัน ต่างกันที่มีหมู่ฟอสเฟต ไปแทนกรดไขมันอยู่หนึ่งโมเลกุล



ภาพแสดงสูตรโครงสร้างของฟอสโฟลิพิด

ที่มา (phospholipid. On-line 2009)

ฟอสโฟลิพิดเป็นส่วนประกอบหลักของเยื่อหุ้มเซลล์ เนื้อเยื่อประสาท น้ำเลือด ไข่แดง โดยเฉพาะส่วนของเยื่อหุ้มเซลล์จะมีการเรียงตัวกันเป็นแผ่นบางๆ 2 ชั้นซ้อนกัน ส่วนหัวที่มีหมู่ฟอสเฟตอยู่จะเป็นบริเวณที่มีประจุเมื่ออยู่ในตัวกลางที่เป็นน้ำ ส่วนนี้จะดึงดูดกับโมเลกุลของน้ำ เรียกว่า ส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic part) ส่วนหางที่ไม่มีประจุจะแยกตัวออกจากน้ำ เรียกว่า ส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic part)

2.2 ไกลโคลิพิด (glycolipid) เป็นลิพิดที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย เช่น กาแลคโทลิพิด (galactolipid) มีน้ำตาลกาแลคโทสเป็นองค์ประกอบ พบที่เยื่อหุ้มสมอง เส้นประสาท และพบตามอวัยวะต่างๆ เช่น ตับ ไต ม้าม เป็นต้น

2.3 ลิโปโปรตีน (lipoprotein) เป็นลิพิดธรรมดาที่มีโปรตีนหรือกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ลิโปโปรตีนเป็นส่วนประกอบสำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์และในน้ำเลือด ทำหน้าที่ลำเลียงลิพิดไปยังเซลล์ต่างๆ ทั่วร่างกาย



## ความสำคัญและประโยชน์ของสารอาหารประเภทไขมันต่อสิ่งมีชีวิต

1. เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของร่างกาย โดยไขมัน 1 กรัม จะให้พลังงานประมาณ 9.1 กิโลแคลอรี มากกว่าสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน (ร่างกายต้องการประมาณ วันละ 40 กรัม)
2. ให้กรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย คือ กรดไลโนเลอิก (linoleic)
3. ไขมันในอาหารจะเป็นตัวทำละลาย และช่วยในการดูดซึมวิตามิน A,D,E,K เข้าสู่ร่างกาย
4. ไขมันที่สะสมภายในร่างกาย ช่วยยึดอวัยวะภายในและป้องกันการกระทบกระเทือน
5. เป็นฉนวนป้องกันความร้อน ไม่ให้สูญเสียออกจากร่างกายโดยสะสมไว้บริเวณใต้ผิวหนัง
6. เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์ และเกี่ยวข้องกับการควบคุมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของเซลล์
7. ควบคุมเมแทบอลิซึมของเซลล์ เป้าหมายที่ถูกคุมโดยพวกสเตอรอยด์ฮอร์โมน เช่น เอสโตรเจน และโพรเจสเทอโรน ซึ่งเป็นฮอร์โมนในเพศหญิง จะควบคุมเมตาบอลิซึมของเซลล์ภายในรังไข่และมดลูก เป็นต้น



กิจกรรมท้ายบทที่ 9  
โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน

คำชี้แจง จงทำเครื่องหมาย X ลงในข้อที่ถูกต้อง

- หน่วยย่อยที่โมเลกุลเล็กที่สุดของโปรตีน คือ
  - กรดคาร์บอกซิลิก
  - กรดอะมิโน
  - อะมีน
  - เปปไทด์
- สารอาหารในข้อใด ที่ให้พลังงานแก่ร่างกายมากที่สุด
  - โปรตีน
  - ไขมัน
  - เกลือแร่
  - คาร์โบไฮเดรต
- ในโปรตีน 1 กรัม จะให้พลังงานแก่ร่างกายของเรา ประมาณกี่กิโลแคลอรี
  - 1 กิโลแคลอรี
  - 2 กิโลแคลอรี
  - 3 กิโลแคลอรี
  - 4 กิโลแคลอรี
- ข้อใดกล่าวถึงสารพวกคาร์โบไฮเดรตได้ถูกต้อง
  - มีรสหวาน และละลายได้ในน้ำ
  - มีสูตรโมเลกุลเป็น  $(CHO)_n$
  - เมื่อเผาผลาญจะให้พลังงานมากกว่าไขมันประมาณ 2 เท่า
  - เป็นสารประกอบอัลดีไฮด์หรือคีโตนที่มีหมู่ไฮดรอกซิล ตั้งแต่ 2 หมู่ขึ้นไป

5. ข้อใดเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำ และไม่มีรสหวาน
- ก. คีโตน (Ketose)
  - ข. มอโนแซ็กคาไรด์ (Monosaccharide)
  - ค. โอลิโกแซ็กคาไรด์ (Oligosaccharide)
  - ง. พอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide)
6. สารอาหารประเภทไขมันประกอบด้วยธาตุหลักดังข้อใด
- ก. C H N
  - ข. C H O
  - ค. C H O N
  - ง. C H O P
7. อาหารประเภทโปรตีน เมื่อกินเข้าไปแล้วจะเกิดการย่อยจนถึงที่สุด จะได้สารใด
- ก. กรดไขมัน
  - ข. กรดอะมิโน
  - ค. กลูโคส
  - ง. กลิเซอรอล
8. เมื่อบริโภคไขมันเข้าไป ร่างกายจะย่อยสลายให้เป็นไปตามข้อใด
- ก. กรดไขมันเพียงอย่างเดียว
  - ข. กรดไขมันและกลีเซอรอล
  - ค. กรดไขมันและกรดอะมิโน
  - ง. กรดไขมัน กรดอะมิโน และกลีเซอรอล



9. รับประทานข้าวกระเพาะไก่ 1 จาน ได้รับสารอาหารอะไร

- ก. คาร์โบไฮเดรต, โปรตีน, ไขมัน
- ข. ไขมัน, วิตามิน, คาร์โบไฮเดรต
- ค. โปรตีน, ไขมัน, น้ำ
- ง. โปรตีน, ไขมัน

10. การรับประทานอาหารถูกหลักโภชนาการร่างกายจะได้รับประโยชน์จากข้อใดมากที่สุด

- ก. อายุยืนมากขึ้น
- ข. ร่างกายเจริญเติบโต มีความต้านทานโรคสูง
- ค. สุขภาพจิตดี สดชื่นแจ่มใส
- ง. มีประสิทธิภาพในการทำงานสูง ว่องไว

11. หน่วยย่อยของไขมันคืออะไร

- ก. กรดไขมัน
- ข. กลูโคส
- ค. ไลปิด
- ง. กรดไขมัน และกลีเซอรอล

12. วิตามินที่ละลายในไขมัน คือ

- ก. C และ D
- ข. A D E และ K
- ค. A และ C
- ง. K และ B2

## บทที่ 10

### ปิโตรเลียมและพอลิเมอร์

#### สาระสำคัญ

การเกิดปิโตรเลียม แหล่งปิโตรเลียม การกลั่นปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ประโยชน์ และผลจากการใช้ปิโตรเลียม

การเกิด และสมบัติของพอลิเมอร์ พอลิเมอร์ในชีวิตประจำวัน

การเกิด และผลกระทบจากการใช้พลาสติก ยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์ เส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายหลักการกลั่นปิโตรเลียมโดยวิธีการกลั่นแบบลำดับส่วน ผลิตภัณฑ์และประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม

2. อธิบาย ความหมาย ประเภท ชนิดการเกิดและสมบัติของพอลิเมอร์ พอลิเมอร์ในชีวิตประจำวัน ผลกระทบจากการใช้พลาสติก ยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์ เส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์

#### ขอบข่ายเนื้อหา

เรื่องที่ 1 ปิโตรเลียม

เรื่องที่ 2 พอลิเมอร์

## บทที่ 10

### ปิโตรเลียมและพอลิเมอร์

#### เรื่องที่ 1 ปิโตรเลียม

**ปิโตรเลียม** (Petroleum) มาจากรากศัพท์ภาษาละติน 2 คำ คือ เพทรา (Petra) แปลว่าหิน และโอเลียม(Oleum) แปลว่าน้ำมัน รวมกันแล้วมีความหมายว่า **น้ำมันที่ได้จากหิน**

ปิโตรเลียมเป็นสารผสมของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและสารอินทรีย์หลายชนิดที่เกิดตามธรรมชาติทั้งในสถานะของเหลวและแก๊ส ได้แก่ น้ำมันดิบ (Crude oil) และแก๊สธรรมชาติ (Natural gas)

**น้ำมันดิบ (Crude oil)** เป็นของเหลว ประกอบด้วยสารไฮโดรคาร์บอนชนิดระเหยง่ายเป็นส่วนใหญ่ ที่เหลือเป็นสารกำมะถัน ไนโตรเจน และสารประกอบออกไซด์ชนิดอื่น น้ำมันดิบจากแหล่งกำเนิดต่างกันอาจมีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกัน อาจมีลักษณะข้นเหนียวจนถึงหนืดคล้ายยางมะตอย มีสีเหลือง เขียว น้ำตาลจนถึงดำ มีความหนาแน่น  $0.79-0.97 \text{ g/cm}^3$

**แก๊สธรรมชาติ (Natural gas)** เป็นปิโตรเลียมที่อยู่ในรูปของแก๊ส ณ อุณหภูมิและความกดดันที่ผิวโลก แก๊สธรรมชาติประกอบด้วยสารไฮโดรคาร์บอนเป็นหลัก อาจมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 95 ส่วนที่เหลือ ได้แก่ ไนโตรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ บางครั้งจะพบไฮโดรเจนซัลไฟด์ปะปนอยู่ด้วยแก๊สธรรมชาติอาจมีสถานะเป็นของเหลว เรียกว่า แก๊สธรรมชาติเหลว (Condensate) ประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอนเช่นเดียวกับแก๊สธรรมชาติ แต่มีจำนวนอะตอมคาร์บอนมากกว่า เมื่ออยู่ในแหล่งกักเก็บใต้ผิวโลกที่ลึกและมีอุณหภูมิสูงมาก จะมีสถานะเป็นแก๊ส แต่เมื่อนำขึ้นมาที่ระดับผิวดินซึ่ง มีอุณหภูมิต่ำกว่า ไฮโดรคาร์บอนจะกลายสภาพเป็นของเหลว

### ตารางที่ 1.1 แสดงปริมาณธาตุองค์ประกอบของน้ำมันดิบและแก๊สธรรมชาติ

ชนิดของปิโตรเลียม	ปริมาณเป็นร้อยละโดยมวล			
	C	H	S	N
น้ำมันดิบ	82-87	12-15	0.1-1.5	0.1-1
แก๊สธรรมชาติ	65-80	1-25	0.2	1-15

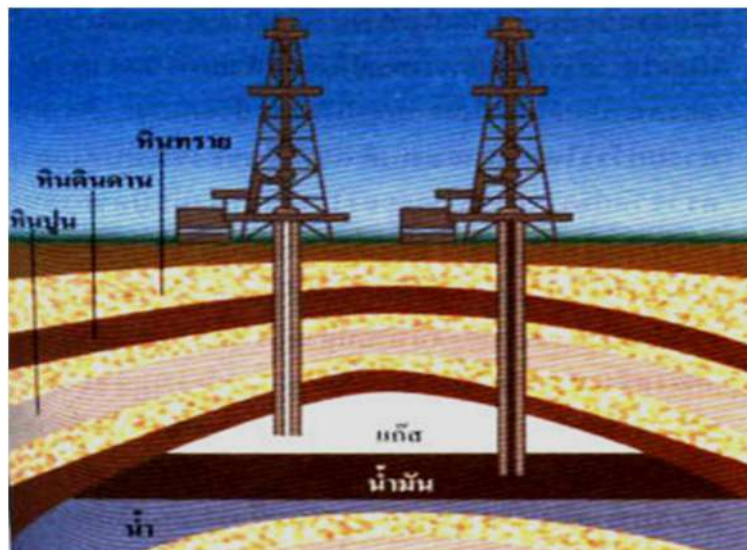
#### การกำเนิดปิโตรเลียม

ปิโตรเลียมเกิดจากการทับถมและสลายตัวของอินทรีย์สารจากพืชและสัตว์ที่คลุกเคล้าอยู่กับตะกอนในชั้นกรวดทรายและโคลนตมใต้พื้นดิน เมื่อเวลาผ่านไปนับล้านปีตะกอนเหล่านี้จะจมตัวลงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของผิวโลก การถูกอัดแน่นด้วยความดันและความร้อนสูง และมีปริมาณออกซิเจนจำกัด จึงสลายตัวกลายเป็นแก๊สธรรมชาติและน้ำมันดิบแทรกอยู่ระหว่างชั้นหินที่มีรูพรุน

ปิโตรเลียมจากแหล่งกำเนิดต่างกันจะมีปริมาณสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สารประกอบกำมะถัน ไนโตรเจน และออกซิเจนแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับชนิดของซากพืชและสัตว์ที่เป็นต้นกำเนิดอิทธิพลของแรงที่ทับถมอยู่บนตะกอน

#### แหล่งกักเก็บปิโตรเลียม

ปิโตรเลียมที่เกิดอยู่ในชั้นหินจะมีการเคลื่อนตัวออกไปตามรอยแตกและรูพรุนของหินไปสู่ระดับความลึกที่น้อยกว่า แล้วสะสมตัวอยู่ในโครงสร้างหินที่มีรูพรุน มีโพรง หรือรอยแตกในเนื้อหิน ที่สามารถให้ปิโตรเลียมสะสมตัวอยู่ได้ ด้านบนเป็นหินตะกอนหรือหินดินดาน เนื้อแน่นละเอียดปิดกั้นไม่ให้ปิโตรเลียมไหลลอดออกไปได้ โครงสร้างปิดกั้นดังกล่าวเรียกว่า แหล่งกักเก็บปิโตรเลียม



รูปภาพที่ 1.1 แสดงแหล่งกักเก็บปิโตรเลียม

### การสำรวจปิโตรเลียม

การสำรวจปิโตรเลียมทำได้หลายวิธี ดังนี้

- 1) การสำรวจทางธรณีวิทยา (Geology) โดยการทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ
- 2) การสำรวจทางธรณีวิทยาพื้นผิว โดยการเก็บตัวอย่างหิน ศึกษาลักษณะของหิน วิเคราะห์ซากพืช ซากสัตว์ที่อยู่ในหิน ผลจากการสำรวจทำให้สามารถทราบโครงสร้างและชนิดของหินที่เอื้ออำนวยต่อการกักเก็บปิโตรเลียมในบริเวณนั้น

3) การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ (Geophysics) โดยการวัดความเข้มสนามแม่เหล็กโลก ทำให้ทราบถึงขอบเขต ความหนา ความกว้างใหญ่ของแอ่ง และความลึกของชั้นหิน

การวัดค่าความโน้มถ่วงของโลก ทำให้ทราบถึงชนิดของชั้นหินใต้ผิวโลกในระดับต่าง ๆ ช่วยในการกำหนดขอบเขตและรูปร่างของแอ่งใต้ผิวดิน

การวัดค่าความไหวสะเทือน (Seismic wave) ทำให้ทราบตำแหน่ง รูปร่าง ลักษณะ และโครงสร้างของหินใต้ดิน

4) การเจาะสำรวจ เพื่อให้ทราบถึงความยากง่ายของการขุดเจาะปิโตรเลียม และเพื่อให้ทราบว่ามืองค์ประกอบเป็นน้ำมันดิบ แก๊สธรรมชาติ สารเจือปนต่างๆ เท่าใด มีความคุ้มค่าในเชิงพาณิชย์หรือไม่ นำมาใช้ประกอบการตัดสินใจในการขุดเจาะปิโตรเลียมขึ้นมาใช้ต่อไป

## การสำรวจน้ำมันดิบในประเทศไทย

มีการสำรวจน้ำมันดิบครั้งแรกใน พ.ศ. 2464 พบที่ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และพบแก๊สธรรมชาติที่มีปริมาณมากพอในเชิงพาณิชย์ ที่บริเวณอ่าวไทยเมื่อ พ.ศ. 2516

แหล่งน้ำมันดิบใหญ่ที่สุดของประเทศไทย ได้แก่ น้ำมันดิบเพชร จากแหล่งน้ำมันสิริกิติ์ กิ่งอำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร ส่วนแหล่งผลิตแก๊สธรรมชาติที่ใหญ่ที่สุดอยู่ในบริเวณอ่าวไทย ชื่อว่า แหล่งบงกช เจาะสำรวจพบเมื่อ พ.ศ. 2523

แหล่งสะสมปิโตรเลียมใหญ่ที่สุดของโลกอยู่ที่บริเวณอ่าวเปอร์เซีย รองลงมาคือบริเวณอเมริกากลาง อเมริกาเหนือ และรัสเซีย ส่วนปิโตรเลียมที่มีคุณภาพดีพบที่บริเวณประเทศไนจีเรียเพราะมีปริมาณสารประกอบกำมะถันปะปนอยู่น้อยที่สุด

## หน่วยวัดปริมาณปิโตรเลียม

หน่วยที่ใช้วัดปริมาณน้ำมันดิบคือบาร์เรล (barrel) โดยมีมาตราวัด ดังนี้

1 บาร์เรล มี 42 แกลลอน หรือ 158.987 ลิตร

หน่วยที่ใช้วัดปริมาตรของแก๊สธรรมชาติ นิยมใช้หน่วยวัดเป็นลูกบาศก์ฟุต ที่อุณหภูมิ 60 องศาฟาเรนไฮต์ (15.56 องศาเซลเซียส) และความดัน 30 นิ้วของปรอท

## ขั้นตอนการกลั่นน้ำมันดิบ

น้ำมันดิบเป็นของผสมของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนหลายชนิด ดังนั้น การกลั่นน้ำมันดิบจึงใช้วิธีการกลั่นแบบลำดับส่วน (Fractional distillation) โดยการกลั่นแบบลำดับส่วนเป็นวิธีการแยกสารผสมออกจากกันให้อยู่ในรูปขององค์ประกอบย่อยอาศัยความแตกต่างกันของจุดเดือด (Boiling point) ด้วยการให้ความร้อนกับสารประกอบนั้น สารประกอบแต่ละตัวจะถูกแยกออกมาที่ความดันไอแตกต่างกัน ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

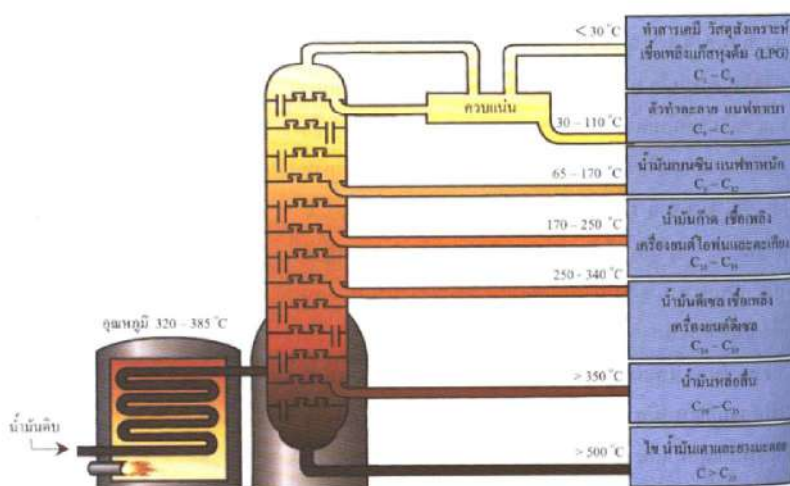
1) ก่อนการกลั่นลำดับส่วน ต้องแยกน้ำและสารประกอบต่าง ๆ ออกจากน้ำมันดิบก่อนจนเหลือแต่สารประกอบไฮโดรคาร์บอนเป็นส่วนใหญ่

2) ส่งสารประกอบไฮโดรคาร์บอนผ่านท่อเข้าไปในเตาเผาที่มีอุณหภูมิระหว่าง 320 – 385 °C น้ำมันดิบที่ผ่านเตาเผาจะมีอุณหภูมิสูง จนบางส่วนเปลี่ยนสถานะเป็นไอปนไปกับของเหลว

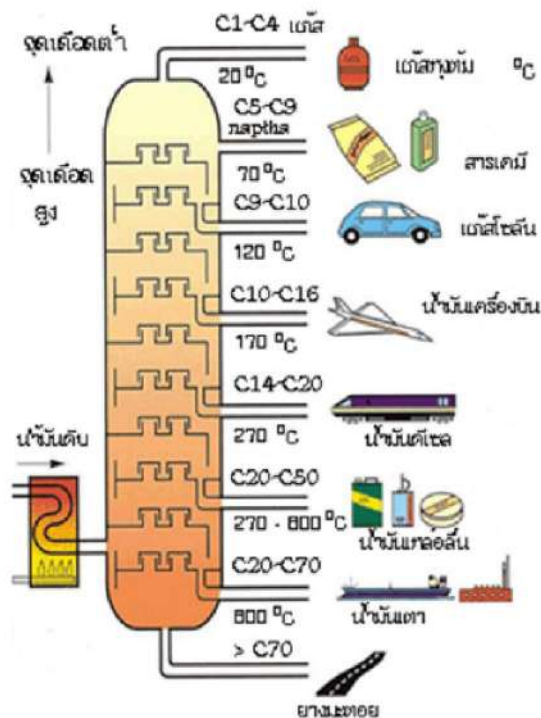
3) ส่งสารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั้งที่เป็นของเหลว และไอผ่านเข้าไปในหอกลั่น ซึ่งหอกลั่น เป็นหอสูงประมาณ 30 เมตร รูปร่างทรงกระบอก และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ

2.5 - 8 เมตร ภายในหอกลิ้นประกอบด้วยชั้นเรียงกันหลายสิบชั้น แต่ละชั้นมีอุณหภูมิแตกต่างกัน ชั้นบนจะมีอุณหภูมิต่ำ ส่วนชั้นล่างจะมีอุณหภูมิสูง ดังนั้นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีมวลโมเลกุลต่ำและจุดเดือดต่ำจะระเหยขึ้นไปและควบแน่นเป็นของเหลว บริเวณส่วนบนของหอกลิ้น ส่วนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีมวลโมเลกุลสูงและจุดเดือดสูงกว่าจะควบแน่นเป็นของเหลวอยู่ในชั้นต่ำลงมาตามช่วงอุณหภูมิของจุดเดือด สารประกอบไฮโดรคาร์บอนบางชนิดที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกันจะควบแน่นปนออกมาชั้นเดียวกัน ดังนั้น การเลือกช่วงอุณหภูมิในการเก็บผลิตภัณฑ์จึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งานผลิตภัณฑ์นั้น

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีมวลโมเลกุลสูงมาก เช่น น้ำมันเตา น้ำมันหล่อลื่น และยางมะตอย ซึ่งมีจุดเดือดสูงจึงยังคงเป็นของเหลวในช่วงอุณหภูมิของการกลั่น และจะถูกแยกอยู่ในชั้นตอนล่างของหอกลิ้น



รูปภาพที่ 1.2 แสดงกระบวนการกลั่นแบบลำดับส่วนที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม



รูปภาพที่ 1.3 แสดงภาพจำลองหอกลิ้นของกระบวนการกลั่นปิโตรเลียม



### ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียม

ผลิตภัณฑ์จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม เรียกว่า สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจน และคาร์บอน จำนวนแตกต่างกัน มีตั้งแต่โมเลกุลที่มีคาร์บอน 1 อะตอมขึ้นไป จนถึงโมเลกุลที่มีคาร์บอน 50 อะตอม ถ้าโมเลกุลที่มีจำนวนคาร์บอน 1-4 อะตอมจะมีสถานะเป็นแก๊ส เมื่อจำนวนคาร์บอนเพิ่มขึ้น สถานะจะเป็นของเหลวและมีความซับซ้อนมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งโมเลกุลเหล่านี้นำมาใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมแตกต่างกัน ดังตารางต่อไปนี้



ตารางที่ 1.2 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียม คุณสมบัติและการใช้ประโยชน์

ผลิตภัณฑ์ที่ได้	จุดเดือด (°C)	สถานะ	จำนวน C	การใช้ประโยชน์
แก๊สปิโตรเลียม	< 30	แก๊ส	1 - 4	ทำสารเคมี วัสดุสังเคราะห์ เชื้อเพลิงแก๊สหุงต้ม
แนฟทาเบา	30 - 110	ของเหลว	5 - 7	น้ำมันเบนซิน ตัวทำละลาย
แนฟทาหนัก	65 - 170	ของเหลว	6 - 12	น้ำมันเบนซิน แนฟทาหนัก
น้ำมันก๊าด	170 - 250	ของเหลว	10 - 19	น้ำมันก๊าด เชื้อเพลิง เครื่องยนต์ไอพ่น และ ตะเกียง
น้ำมันดีเซล	250 - 340	ของเหลว	14- 19	เชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล
น้ำมันหล่อลื่น	> 350	ของเหลว	19 - 35	น้ำมันหล่อลื่น น้ำมันเครื่อง
ไข	> 500	ของแข็ง	> 35	ใช้ทำเทียนไข เครื่องสำอาง ยาขัดมัน ผลิตผงซักฟอก
น้ำมันเตา	> 500	ของเหลว หนืด	> 35	เชื้อเพลิงเครื่องจักร
ยางมะตอย	> 500	ของเหลว หนืด	> 35	ยางมะตอย เป็นของแข็งที่ อ่อนตัวและเหนียวหนืดเมื่อ ถูกความร้อน ใช้เป็นวัสดุ กันซึม



## ผลกระทบของการใช้ปิโตรเลียม

การเผาไหม้ปิโตรเลียมจะก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ โดยการปล่อยไอเสียออกมาจากปล่องควันของโรงงานอุตสาหกรรม โรงจักรไฟฟ้าและจากรถยนต์ สารมลพิษดังกล่าวคือ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO<sub>2</sub>) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) สารไฮโดรคาร์บอนและฝุ่นละออง เขม่าต่างๆ

## ภาวะมลพิษที่เกิดจากการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม

### สาเหตุการเกิดมลพิษ

มลพิษจะเกิดได้ในหลายรูปแบบ ส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจาก 2 ประการคือ

- 1) การเพิ่มของจำนวนประชากร
- 2) เทคโนโลยี

ซึ่งจากสาเหตุดังกล่าวจะก่อให้เกิดภาวะมลพิษในหลายด้าน เช่น ภาวะมลพิษทางน้ำ ภาวะมลพิษทางอากาศ เป็นต้น

### การเกิดภาวะมลพิษทางน้ำ

สาเหตุการเกิดภาวะมลพิษทางน้ำที่สำคัญมี 4 ประการ ได้แก่

1. เกิดจากสารแขวนลอย สารแขวนลอย คือ สารผสมของสสารต่างชนิดกันที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันและมีอนุภาคใหญ่กว่า 1 ไมโครเมตร (1000 นาโนเมตร)
2. เกิดจากเชื้อโรคที่มากับน้ำ เช่น โรคฉี่หนู โรคเท้าเปื่อย
3. เกิดจากปริมาณ O<sub>2</sub> ในน้ำ ออกซิเจนในน้ำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์และพืชในน้ำ ปริมาณการละลายของออกซิเจนในน้ำเป็นตัวบ่งบอกคุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำนั้น ถ้าหากปริมาณออกซิเจนน้อยผิดปกติ แสดงว่าน้ำเสียส่งผลให้สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ไม่สามารถอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้นได้ ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมาจากอากาศเป็นแหล่งสำคัญ
4. เกิดจากสารเคมีในน้ำจำพวกสารโลหะหนัก เช่น เหล็ก ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม เป็นต้น

## การเกิดภาวะมลพิษทางอากาศ

สาเหตุการเกิดภาวะมลพิษทางอากาศที่สำคัญมี 4 ประการ ได้แก่

1. เกิดจากก๊าซหรือไอของสารอินทรีย์ เช่น ไอระเหยของน้ำมันเบนซินจะทำลายไฮดรอกซีเมทิลเลียดแดงแตก ทำให้เกิดภาวะโรคโลหิตจาง และโรคทางประสาทส่วนกลาง

2. เกิดจากสารโลหะหนัก ผลของความเป็นพิษของโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตเกิดจากกลไกระดับเซลล์ 5 แบบ คือ

2.1 ทำให้เซลล์ตาย

2.2 เปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของเซลล์

2.3 เป็นตัวการชักนำให้เกิดมะเร็ง

2.4 เป็นตัวการทำให้เกิดความผิดปกติทางพันธุกรรม

2.5 ทำความเสียหายต่อโครโมโซมซึ่งเป็นปัจจัยทางพันธุกรรม

3. เกิดจากฝุ่นละออง ฝุ่นละอองขนาดเล็กจะมีผลกระทบต่อสุขภาพเป็นอย่างมาก เมื่อหายใจเข้าไปในปอดจะเข้าไปอยู่ในระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง โดยเฉพาะผู้ป่วยสูงอายุ ผู้ป่วยโรคหัวใจ โรคหืดหอบ

4. เกิดจากสารกัมมันตรังสี ก๊าซที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศมีหลายชนิด เช่น CO CO<sub>2</sub> SO<sub>2</sub> NO NO<sub>2</sub> เป็นต้น นอกจากนี้อาจเป็นพวกสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีพันธะคู่ร่วมกับ O<sub>2</sub> ในอากาศได้สารพวกที่มีกลิ่นเหม็น จำพวกสารประกอบอัลดีไฮด์ แต่ถ้ามี NO<sub>2</sub> รวมอยู่ด้วย จะเกิดสารประกอบ Proxy acyl nitrate (PAN) ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบหายใจ



## เรื่องที่ 2 พอลิเมอร์

พอลิเมอร์ (Polymer) เป็นสารที่สามารถพบได้ในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด มีลักษณะเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ ซึ่งเกิดจากโมเลกุลพื้นฐานที่เรียกว่า มอนอเมอร์ (Monomer) จำนวนมากมาสร้างพันธะเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์<sup>1</sup> โดยพอลิเมอร์บางชนิดอาจเกิดจากมอนอเมอร์ที่เป็นชนิดเดียวกันทั้งหมดมาเชื่อมต่อกัน เช่น แป้ง และพอลิเอทิลีน เป็นต้น แต่ในบางชนิดก็อาจเกิดขึ้นจากมอนอเมอร์ที่แตกต่างกันมาเชื่อมต่อกันก็ได้ ตัวอย่างเช่น พอลิเอสเทอร์ และโปรตีน เป็นต้น

ในปัจจุบันพอลิเมอร์ได้เข้ามามีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์และกระบวนการอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างมาก โดยตัวอย่างของพอลิเมอร์ที่เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวางและมีการใช้ประโยชน์กันมาก ได้แก่ พลาสติก เส้นใยสังเคราะห์ และยางพารา เป็นต้น

### ประเภทของพอลิเมอร์

#### 1. พิจารณาตามแหล่งกำเนิด สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1 พอลิเมอร์ธรรมชาติ (Natural Polymers) เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ สามารถพบได้ในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ได้แก่ โปรตีน แป้ง เซลลูโลส ไกลโคเจน กรดนิวคลีอิกและยางธรรมชาติ เป็นต้น

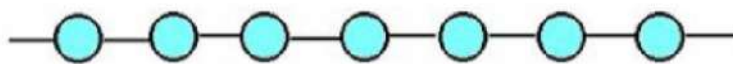
1.2 พอลิเมอร์สังเคราะห์ (Synthetic Polymers) เกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นโดยมนุษย์ ด้วยวิธีการนำสารมอนอเมอร์จำนวนมากมาทำปฏิกิริยาเคมีภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ได้แก่ พลาสติก ไนลอน ดาครอน และลูไซต์ เป็นต้น

#### 2. พิจารณาตามชนิดของมอนอเมอร์ที่เป็นองค์ประกอบ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 โฮโมพอลิเมอร์ (Homopolymer) คือ พอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ชนิดเดียวกัน เช่น แป้ง ประกอบด้วยมอนอเมอร์ที่เป็นกลูโคสทั้งหมด พอลิเอทิลีน หรือ PVC ประกอบด้วยมอนอเมอร์ที่เป็นเอทิลีนทั้งหมด เป็นต้น

---

<sup>1</sup> พันธะโคเวเลนต์ คือ พันธะที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากอะตอม 2 อะตอม นำอิเล็กตรอนมาใช้ร่วมกัน



2.2 โคพอลิเมอร์ (Copolymer) คือ พอลิเมอร์ที่เกิดจากมอนอเมอร์มากกว่า 1 ชนิดขึ้นไป เช่น โพรตีน ซึ่งเกิดจากกรดอะมิโนที่มีลักษณะต่าง ๆ มาเชื่อมต่อกันและพอลิเอสเทอร์ เป็นต้น



### 3. พิจารณาตามโครงสร้างของพอลิเมอร์ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

3.1 พอลิเมอร์แบบเส้น (Chain length polymer) เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากมอนอเมอร์สร้างพันธะต่อกันเป็นสายยาว โซ่พอลิเมอร์เรียงชิดกันมากกว่าโครงสร้างแบบอื่น ๆ จึงมีความหนาแน่น และจุดหลอมเหลวสูง มีลักษณะแข็ง ชุ่มเหนียวกว่าโครงสร้างแบบอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น PVC พอลิสไตรีน พอลิเอทิลีน เป็นต้น แสดงดังภาพ



3.2 พอลิเมอร์แบบกิ่ง (Branched polymer) เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากมอนอเมอร์มายึดกันแตกกิ่งก้านสาขา มีทั้งโซ่สั้น และโซ่ยาว กิ่งที่แตกจากพอลิเมอร์ของโซ่หลักไม่สามารถจัดเรียงโซ่พอลิเมอร์ให้ชิดกันได้มาก จึงมีความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวดำยัดหยุ่นได้ ความเหนียวต่ำ โครงสร้างเปลี่ยนรูปได้ง่ายเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น แสดงดังภาพ



3.3 พอลิเมอร์แบบร่างแห (Cross-linking polymer) เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากมอนอเมอร์มาต่อเชื่อมกันเป็นร่างแห พอลิเมอร์ชนิดนี้มีความแข็งแรง และเปราะหักง่าย ตัวอย่างเช่น เบกาไลต์ เมลามีนที่ใช้ทำถ้วยชาม แสดงดังภาพ



### ชนิดของพอลิเมอร์

เมื่อพิจารณาการเชื่อมโยงระหว่างสายโซ่โพลิเมอร์ (crosslinking) เราสามารถแบ่งชนิดของพอลิเมอร์ได้เป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. Thermoplastic polymers เป็นพอลิเมอร์สายตรงหรือกึ่ง ไม่มี การเชื่อมโยงระหว่างสายโซ่โพลิเมอร์ ส่งผลให้สายโซ่โพลิเมอร์ขยับตัวง่ายเมื่อได้รับแรงหรือความร้อน สามารถหลอมและไหลได้เมื่อได้รับความร้อน เป็นส่วนประกอบหลักในพลาสติกอ่อน เช่น Polyethylene ในถุงพลาสติก
2. Elastomers เป็นพอลิเมอร์ที่มีการเชื่อมโยงระหว่างสายโซ่โพลิเมอร์เล็กน้อย ซึ่งทำหน้าที่ดึงสายโซ่โพลิเมอร์กลับมาให้อยู่ในสภาพเดิม เมื่อปล่อยแรงกระทำ
3. Thermosetting polymers เป็นพอลิเมอร์ที่มีการเชื่อมโยงระหว่างสายโซ่โพลิเมอร์อย่างหนาแน่น ส่งผลให้สายโซ่โพลิเมอร์ขยับตัวยากเมื่อได้รับแรงหรือความร้อน วัสดุที่มีพอลิเมอร์ชนิดนี้เป็นองค์ประกอบหลัก จึงรับแรงได้ดี และไม่หลอมเหลวเมื่อได้รับความร้อน อย่างไรก็ตาม เมื่อความร้อนสูงถึงอุณหภูมิสลายตัว (Degradation temperature) วัสดุจะสลายตัวไปเนื่องจากพันธะเคมีแตกหัก พอลิเมอร์ชนิดนี้เป็นส่วนประกอบหลักในพลาสติกแข็ง เช่น ถ้วยชามเมลามีน หลัคคาไฟเบอร์ เป็นต้น

## พอลิเมอร์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

### 1. พลาสติก

พลาสติก (Plastic) คือ สารประกอบอินทรีย์ที่สังเคราะห์ขึ้นเพื่อใช้แทนวัสดุจากธรรมชาติสามารถทำให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ด้วยความร้อน พลาสติกเป็นพอลิเมอร์ขนาดใหญ่ โมลโมเลกุลมาก บางชนิดเมื่อเย็นก็แข็งตัว เมื่อถูกความร้อนก็อ่อนตัว บางชนิดแข็งตัวถาวร

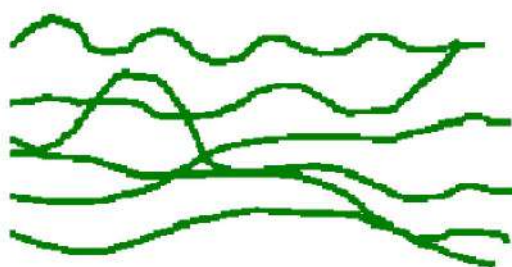
#### สมบัติทั่วไปของพลาสติก

- 1) มีความเสถียรมากในธรรมชาติ สลายตัวยาก มีมวลน้อย และเบา
- 2) เป็นฉนวนความร้อนและไฟฟ้าที่ดี
- 3) ส่วนมากอ่อนตัวและหลอมเหลวเมื่อได้รับความร้อน จึงเปลี่ยนเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ตามประสงค์

#### ประเภทของพลาสติก

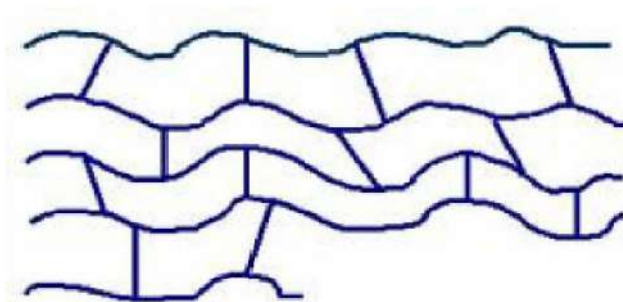
พลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เทอร์โมพลาสติก และ เทอร์โมเซตติงพลาสติก

1) เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) หรือเรซิน เป็นพลาสติกที่ใช้กันแพร่หลายที่สุด เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัว และเมื่อเย็นลงจะแข็งตัว สามารถเปลี่ยนรูปได้ พลาสติกประเภทนี้มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นโซ่ตรงยาว มีการเชื่อมต่อระหว่างโซ่พอลิเมอร์น้อยมาก จึงสามารถหลอมเหลวใหม่ได้ หรือเมื่อผ่านการอัดแรงมากจะไม่สามารถทำลายโครงสร้างเดิม ตัวอย่างเช่น พอลิเอทิลีน โพลีโพรพิลีน พอลิสไตรีน



โครงสร้างของเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic)

2) เทอร์โมเซตติงพลาสติก (Thermosetting plastic) เป็นพลาสติกที่มีสมบัติพิเศษ คือ ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและทนปฏิกิริยาเคมีได้ดี เกิดคราบและรอยเปื้อนได้ยาก คงรูปหลังการผ่านความร้อนหรือแรงดันเพียงครั้งเดียว เมื่อเย็นลงจะแข็งมาก ทนความร้อนและความดัน ไม่อ่อนตัวและเปลี่ยนรูปร่างไม่ได้ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงก็จะแตกและไหม้เป็นขี้เถ้าสีดำ พลาสติกประเภทนี้โมเลกุลจะเชื่อมโยงกันเป็นร่างแหจับกันแน่น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล แข็งแรงมาก จึงไม่สามารถนำมาหลอมเหลวใหม่ได้



โครงสร้างของเทอร์โมเซตติงพลาสติก (Thermosetting plastic)

ตารางที่ 2.1 แสดงสมบัติบางประการของพลาสติกบางชนิด

ชนิดของพลาสติก	ประเภทของพลาสติก	สมบัติบางประการ		ตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์
		สภาพการไหม้ไฟ	ข้อสังเกตอื่น	
พอลิเอทิลีน	เทอร์โมพลาสติก	เปลวไฟสีน้ำเงินขอบเหลือง กลิ่นเหมือนพาราฟิน เปลวไฟไม่ดับเอง	เล็บขีดเป็นรอย ไม่ละลายในสารละลายทั่วไปลอยน้ำ	ถุง ภาชนะ พลาสติกถ่ายภาพของเด็กของเล่นเด็กดอกไม้ พลาสติก
พอลิโพรพิลีน	เทอร์โมพลาสติก	เปลวไฟสีน้ำเงินขอบเหลือง ค่อนข้างกลิ่นเหมือนพาราฟิน	ขีดด้วยเล็บไม่เป็นรอย ไม่แตก	โต๊ะ เก้าอี้ เชือกพรม บรรจุภัณฑ์อาหาร ชิ้นส่วนรถยนต์
พอลิสไตรีน	เทอร์โมพลาสติก	เปลวไฟสีเหลืองเข้มมาก	เปราะ ละลายได้ในคาร์บอน	โฟมอุปกรณ์ไฟฟ้า



ชนิดของพลาสติก	ประเภทของพลาสติก	สมบัติบางประการ		ตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์
		สภาพการไหม้ไฟ	ข้อสังเกตอื่น	
		กลิ้งเหมือนก้ำชจุดตะเกียง	เตตระคลอไรด์ และโพลูอิน ลอยน้ำ	เลนส์ ของเล่นเด็ก อุปกรณ์กีฬา เครื่องมือสื่อสาร
พอลิไวนิลคลอไรด์	เทอร์โมพลาสติก	ติดไฟยาก เปลวสีเหลือง ขอบเขียว ควันขาว กลิ้งคล้ายกรดเกลือ	อ่อนตัวได้ คล้ายยาง ลอยน้ำ	กระดาดยัดผนัง ภาชนะบรรจุสารเคมี รองเท้า กระเบื้องปูพื้น ฉนวนหุ้มสายไฟ ท่อพีวีซี
ไนลอน	เทอร์โมพลาสติก	เปลวไฟสีน้ำเงินขอบเหลือง กลิ้งคล้ายเขาสัตว์ติดไฟ	เหนียว ยืดหยุ่น ไม่แตก จมน้ำ	เครื่องนุ่งห่ม ถูรองสตรี พรหม อวน แห

ตารางที่ 2.1 แสดงสมบัติบางประการของพลาสติกบางชนิด

ชนิดของพลาสติก	ประเภทของพลาสติก	สมบัติบางประการ		ตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์
		สภาพการไหม้ไฟ	ข้อสังเกตอื่น	
พอลิยูเรีย พอร์มาลดีไฮด์	เทอร์โมเซตติงพลาสติก	ติดไฟยาก เปลวสีเหลืองอ่อน ขอบฟ้า แกมเขียวกลิ้ง แอมโมเนีย	แตกร้าว จมน้ำ	เต้าเสียบไฟฟ้า วัสดุเชิงวิศวกรรม
อีพอกซี	เทอร์โมเซตติงพลาสติก	ติดไฟง่าย เปลวสีเหลือง ควันดำ กลิ้งคล้ายข้าวคั่ว	ไม่ละลายในสารไฮโดรคาร์บอน และน้ำ	กาว สี สารเคลือบ ผิวหน้าวัตถุ

ชนิดของพลาสติก	ประเภทของพลาสติก	สมบัติบางประการ		ตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์
		สภาพการไหม้ไฟ	ข้อสังเกตอื่น	
พอลิเอสเตอร์	เทอร์โมเซต ติงพลาสติก	ติดไฟยาก เปลวสี เหลือง ควันกลิ่นฉุน	อ่อนตัว ยืดหยุ่น	เส้นใยผ้า
	เทอร์โมเซต ติงพลาสติก	ติดไฟยาก เปลวสี เหลือง ควันดำ กลิ่น ฉุน	เปราะ หรือ แข็งเหนียว	ตัวถังรถยนต์ ตัวถังเรือ ใช้บุภายใน เครื่องบิน

## 2. ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์

**2.1 ยางธรรมชาติ** คือวัสดุพอลิเมอร์ที่มีต้นกำเนิดจากของเหลวของพืชบางชนิด ซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลวสีขาว คล้ายน้ำมัน มีสมบัติเป็นคอลลอยด์<sup>2</sup> อนุภาคเล็ก มีตัวกลางเป็นน้ำ

### ประวัติยางธรรมชาติ

ยางธรรมชาติเป็นน้ำยางจากต้นไม้ยืนต้น มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งคือยางพารา หรือต้นยางพารา ยางพารามีถิ่นกำเนิดบริเวณลุ่มแม่น้ำอเมซอน ประเทศบราซิล และประเทศเปรู ในทวีปอเมริกาใต้ ซึ่งชาวอินเดียนแดงเผ่ามายัน ในอเมริกากลาง เป็นผู้นำยางพารามาใช้ก่อนปี พ.ศ. 2000 โดยการจุ่มเท้าลงในน้ำยางดิบเพื่อทำเป็นรองเท้าวาง ส่วนเผ่าอื่น ๆ ก็นำยางไปใช้ประโยชน์ ในการทำผ้ากันฝน ทำขวดใส่น้ำและทำลูกบอลยาง เพื่อใช้เล่นเกมต่างๆ เป็นต้น จนกระทั่งคริสโตเฟอร์ โคลัมบัสได้เดินทางมาสำรวจทวีปอเมริกาใต้ ในระหว่างปี พ.ศ. 2036 -

<sup>2</sup> สารคอลลอยด์ (Colloid) เป็นสารที่ประกอบด้วยอนุภาคที่กระจายในตัวกลางโดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 10 - 10 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดอนุภาคใหญ่กว่าสารละลายจึงมีลักษณะขุ่น ในขณะที่สารละลายมีลักษณะใส อนุภาคในคอลลอยด์ เปรียบเสมือนตัวถูกละลาย และตัวกลางในคอลลอยด์เปรียบเสมือนตัวทำละลายในสารละลาย ลักษณะของคอลลอยด์ จะมีลักษณะขุ่นคล้ายกาว เช่น น้ำมัน ผุ่นละอองในอากาศ เป็นต้น

2039 และได้พบกับชาวพื้นเมืองเกาะเฮติที่กำลังเล่นลูกบอลลายซึ่งสามารถกระดอนได้ ทำให้คณะผู้เดินทางสำรวจประหลาดใจจึงเรียกว่า "ลูกบอลผีสิง"

### การผลิตยางธรรมชาติ

แหล่งผลิตยางธรรมชาติที่ใหญ่ที่สุดในโลกคือ แถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คิดเป็นร้อยละ 90 ของแหล่งผลิตทั้งหมด ส่วนที่เหลือมาจากแอฟริกากลาง น้ำยางที่กรี๊ดได้จากต้นจะเรียกว่าน้ำยางสด (field latex) น้ำยางที่ได้จากต้นยางมีลักษณะเป็นเม็ดยางเล็ก ๆ กระจายอยู่ในน้ำ มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาว มีสภาพเป็นคอลลอยด์ มีปริมาณของแข็งประมาณร้อยละ 30-40 มีค่า pH 6.5-7 มีความหนาแน่นประมาณ 0.975-0.980 กรัมต่อมิลลิลิตร มีความหนืด 12-15 เซนติพอยส์ ส่วนประกอบในน้ำยางสด แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ

- 1) ส่วนที่เป็นเนื้อยาง 35%
- 2) ส่วนที่ไม่ใช่ยาง 65% โดยแบ่งออกเป็น ส่วนที่เป็นน้ำ 55% และส่วนของลูทอยด์ 10%

### คุณสมบัติของยางธรรมชาติ

ยางธรรมชาติมีความยืดหยุ่นสูง มีสมบัติเยี่ยมในด้านการเหนียวติดกัน มีค่าความทนทานต่อแรงดึงสูงมากโดยไม่ต้องเติมสารเสริมแรงมีความทนต่อการฉีกขาดสูงมากทั้งที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิสูง มีความต้านทานต่อการล้าและการขัดถูสูง มีความเป็นฉนวนไฟฟ้าสูงมาก ยางดิบละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ไม่มีขี้ เช่น เบนซิน

เนื่องจากยางดิบไม่มีขี้ และไม่ทนต่อน้ำมันปิโตรเลียม แต่ทนต่อของเหลวที่มีขี้ เช่น อะซิโตน หรือแอลกอฮอล์ นอกจากนี้ยังทนต่อกรด และด่างอ่อนๆ แต่ไม่ทนต่อกรด และด่างเข้มข้น ไวต่อการทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ไม่ทนต่อโอโซน การกระเด็งกระดอนสูง อุณหภูมิใช้งาน ตั้งแต่ 55 - 70 องศาเซลเซียส แต่หากเก็บไว้นานจะทำให้ยางสูญเสียความยืดหยุ่นได้

### 2.2 ยางสังเคราะห์

ยางสังเคราะห์ได้มีการผลิตมานานแล้ว ตั้งแต่ ค.ศ. 1940 สาเหตุที่ทำให้มีการผลิตยางสังเคราะห์ขึ้นในอดีต เนื่องจากการขาดแคลนยางธรรมชาติที่ใช้ในการผลิตอาวุธยุทโธปกรณ์และปัญหาในการขนส่งจากแหล่งผลิตในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 จนถึงปัจจุบันได้มี

การพัฒนาการผลิตยางสังเคราะห์ เพื่อให้ได้ยางที่มีคุณสมบัติตามต้องการในการใช้งานที่สภาวะต่าง ๆ เช่น ที่สภาวะทนต่อน้ำมัน ทนความร้อน ทนความเย็น เป็นต้น

### การใช้งานยางสังเคราะห์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1) ยางสำหรับงานทั่วไป (Commodity rubbers) เช่น IR (Isoprene Rubber) BR (Butadiene Rubber)

2) ยางสำหรับงานสภาวะพิเศษ (Specialty rubbers) เช่น การใช้งานในสภาวะอากาศร้อนจัด หนาวจัด หรือสภาวะที่มีสัมผัสกับน้ำมัน ได้แก่ Silicone, Acrylate rubber เป็นต้น

การใช้งานยางสังเคราะห์ ยางสังเคราะห์นั้นเมื่อเทียบสมบัติเฉพาะตัวทางด้านเทคนิคกับยางธรรมชาติแล้ว ยางสังเคราะห์จะมีคุณสมบัติที่มีความทนทานต่อการขัดถูและการสึกกร่อน (Abrasion Resistance) ที่ดีกว่ามีความเสถียรทางความร้อน (Thermal Stability) ที่สูงกว่าทำให้ยางสังเคราะห์เสื่อมสภาพได้ช้ากว่ายางธรรมชาติ ทั้งยังมียางสังเคราะห์อีกหลายชนิดที่สามารถคงความยืดหยุ่นได้แม้อยู่ในอุณหภูมิที่ต่ำ สามารถทนต่อน้ำมันและจาระบี รวมทั้งยังทนเปลวไฟได้ดีซึ่งเหมาะกับการนำไปใช้ทำเป็นฉนวนในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ด้วย ดังนั้น ในปัจจุบันยางสังเคราะห์จึงได้รับความนิยมมากกว่ายางธรรมชาติ ทั้งยังมีหลายชนิดให้เลือกเหมาะกับการใช้งาน หลากหลายประเภท ตั้งแต่การนำมาใช้ในอุตสาหกรรมยางรถยนต์ ใช้ผลิตเป็นเครื่องมือแพทย์ หรือใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ และสายพานในเครื่องจักร เป็นต้น

### 3. เส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์

เส้นใย (Fibers) คือพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่มีโครงสร้างของโมเลกุลสามารถนำมาเป็นเส้นด้ายหรือเส้นใย จำแนกตามลักษณะการเกิดได้ ดังนี้

#### ประเภทของเส้นใย

3.1 เส้นใยธรรมชาติ ที่รู้จักกันดีและใกล้ตัว คือ เส้นใยเซลลูโลส เช่น ลินิน ปอ เส้นใยสับปะรด เส้นใยโปรตีน จากขนสัตว์ เช่น ขนแกะ ขนแพะ และ เส้นใยไหม เป็นเส้นใยจากรังไหม

### 3.2 เส้นใยสังเคราะห์ มีหลายชนิดที่ใช้กันทั่วไป คือเซลลูโลสอะซีเตต

เป็นพอลิเมอร์ที่เตรียมได้จากการใช้เซลลูโลสทำปฏิกิริยากับกรดอะซิติกเข้มข้น โดยมีกรดซัลฟูริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา การใช้ประโยชน์จากเซลลูโลสอะซีเตต เช่น ผลิตเป็นเส้นใยอาร์แนล 60 ผลิตเป็นแผ่นพลาสติกที่ใช้ทำแผงสวิทช์และที่หุ้มสายไฟ

#### ผลกระทบของการใช้พอลิเมอร์

ปัจจุบันมีการใช้ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์อย่างมากมาย ทั้งในด้านยานยนต์ การก่อสร้าง เครื่องใช้ เฟอร์นิเจอร์ ของเล่น รวมทั้งวงการแพทย์ และยังมีแนวโน้มที่ใช้ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์มากยิ่งขึ้น เนื่องจากวัสดุ สิ่งของเครื่องใช้ต่างๆ ที่ผลิตจากพอลิเมอร์ไม่ว่าจะเป็นพลาสติก ยาง หรือเส้นใย เมื่อใช้แล้วมักจะสลายตัวยาก ทั้งยังเกิดสิ่งตกค้างมากขึ้นเรื่อย ๆ และสารตั้งต้นของพอลิเมอร์ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนและไนโตรเจนไดออกไซด์จะเกิดเป็นสารประกอบเปอร์ออกซีแอซิติกไนเตรต (PAN) ซึ่งเป็นพิษ ทำให้เกิดการระคายเคืองตาและระบบทางเดินหายใจ และยังทำให้ไฮโดรเจนในชั้นบรรยากาศลดลงด้วย จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์แม้จะมีประโยชน์มากมาย แต่ก่อให้เกิดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมได้มากมายเช่นกัน ทั้งทางอากาศ ทางน้ำ และทางดิน

#### ผลกระทบจากการใช้พอลิเมอร์สามารถสรุปได้ดังนี้

1) โรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ต่างๆ มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง เกิดหมอกควันและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซพิษ นอกจากนี้ไฮโดรคาร์บอนยังทำให้เกิดสารประกอบออกซีแอวิตัลไนเตรต ซึ่งเป็นพิษกระจายไปในอากาศ ทำให้สัดส่วนของอากาศเปลี่ยนแปลงไป และอุณหภูมิของอากาศเปลี่ยนแปลงไปด้วย นอกจากเกิดมลภาวะทางอากาศแล้วในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม มักปล่อยสารพิษลงสู่แหล่งน้ำ เช่น อุตสาหกรรมพลาสติกปล่อยสารพีซีบี (PCB polychlorinated biphenyls) ซึ่งทำให้เกิดผมร่วง ผิวหนังพุพอง อ่อนเพลีย และสารเคมีบางอย่างละลายลงในน้ำ ทำให้น้ำมีสมบัติเป็นกรด ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง เป็นอันตรายกับสิ่งมีชีวิตในน้ำ

2) การใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ของผู้บริโภค เป็นที่ทราบกันว่าผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ส่วนใหญ่สลายตัวยาก และมีการนำมาใช้มากขึ้นทุกวัน ทำให้มีซากเศษผลิตภัณฑ์มากยิ่งขึ้น เกิดจากการทับถม หมักหมมบนดิน เกิดกลิ่นก๊าซฟุ้งกระจาย เพิ่มมลภาวะในอากาศ พื้นดินถูกใช้ไปในการจัดเก็บซากผลิตภัณฑ์มากขึ้น ทำให้พื้นที่สำหรับใช้สอยลดลง และดินไม่เหมาะต่อการใช้ประโยชน์ เป็นมลภาวะทางดินมากขึ้น นอกจากนี้ซากผลิตภัณฑ์บางส่วนถูกทิ้งลงใน

แหล่งน้ำ นอกจากทำให้น้ำเสียเพิ่มมลภาวะทางน้ำแล้ว ยังทับถมปิดกั้นการไหลของน้ำ ทำให้การไหลถ่ายเทของน้ำไม่สะดวก อาจทำให้น้ำท่วมได้

ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากพอลิเมอร์ส่วนใหญ่เป็นพลาสติก หลังจากใช้งานพลาสติกเหล่านี้ไปช่วงเวลาหนึ่ง มักถูกทิ้งเป็นขยะพลาสติก ซึ่งส่วนหนึ่งถูกนำกลับมาใช้อีกในลักษณะต่างๆ กัน และอีกส่วนหนึ่งถูกนำไปกำจัดทิ้งโดยวิธีการต่างๆ การนำขยะพลาสติกไปกำจัดทิ้งโดยการฝังกลบเป็นวิธีที่สะดวกแต่มีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้เพราะโดยธรรมชาติพลาสติกจะทยอยย่อยสลายได้ยากจึงทับถมอยู่ในดิน และนับวันยังมีปริมาณมากขึ้นตามปริมาณการใช้พลาสติก ส่วนการเผาขยะพลาสติกก็ก่อให้เกิดมลพิษและเป็นอันตรายอย่างมาก วิธีการแก้ปัญหาขยะพลาสติกที่ได้ผลดีที่สุดคือ การนำขยะพลาสติกกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

### การนำขยะพลาสติกใช้แล้วกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่มีหลายวิธี ดังนี้

1) การนำกลับมาใช้ซ้ำ ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ใช้แล้ว สามารถนำกลับมาทำความสะอาดเพื่อใช้ซ้ำได้หลายครั้งแต่ภาชนะเหล่านั้นจะเสื่อมคุณภาพและลดความสวยงามลง นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความสะอาดและความปลอดภัยด้วย

2) การหลอมขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ใหม่ การนำขยะพลาสติกกลับมาใช้ใหม่ โดยวิธีขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เป็นวิธีที่นิยมกันมาก แต่เมื่อเทียบกับปริมาณของขยะพลาสติกทั้งหมดก็ยังเป็นเพียงส่วนน้อย การนำพลาสติกใช้แล้วมาหลอมขึ้นรูปใหม่เช่นนี้ สามารถทำได้จำกัดเพียงไม่กี่ครั้ง ทั้งนี้เพราะพลาสติกดังกล่าวจะมีคุณภาพลดลงตามลำดับ และต้องผสมกับพลาสติกใหม่ในอัตราส่วนที่เหมาะสมทุกครั้ง อีกทั้งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพลาสติกที่นำกลับมาใช้ใหม่จะต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพลาสติกใหม่ทั้งหมด

3) การเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ของเหลวและก๊าซ การเปลี่ยนขยะพลาสติกเป็นผลิตภัณฑ์ของเหลวและก๊าซเป็นวิธีการที่ที่ทำให้ได้สารไฮโดรคาร์บอนที่เป็นขยะเหลวและก๊าซ หรือเป็นสารผสมไฮโดรคาร์บอนหลายชนิด ซึ่งอาจใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง หรือกลั่นแยกเป็นสารบริสุทธิ์ เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตพลาสติกเรซินได้เช่นเดียวกันกับวัตถุดิบที่ได้จากปิโตรเลียม กระบวนการนี้จะได้พลาสติกเรซินที่มีคุณภาพสูงเช่นเดียวกัน วิธีการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ใช้แล้วให้เป็นของเหลวนั้นเรียกว่า ลิควิแฟกชัน (Liquefaction) ซึ่งเป็นวิธีไพโรไลซิสโดยใช้ความร้อนสูง ภายใต้บรรยากาศไนโตรเจนหรือก๊าซเฉื่อยชนิดอื่น นอกจากของเหลวแล้วยังมีผลิตภัณฑ์ข้างเคียงเป็นกากคาร์บอนซึ่งเป็นของแข็ง สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ สำหรับก๊าซที่เกิดขึ้นจากกระบวนการไพโรไลซิส คือก๊าซไฮโดรคาร์บอน สามารถใช้เป็น

เชื้อเพลิงได้เช่นกัน นอกจากนี้ยังอาจมีก๊าซอื่น ๆ เกิดขึ้นด้วย เช่น ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ ซึ่งใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมบางประเภทได้

4) **การใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง** พลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกส่วนมากมีสมบัติเป็นสารที่ติดไฟและลุกไหม้ได้ดีจึงใช้เป็นเชื้อเพลิงได้โดยตรง

5) **การใช้เป็นวัสดุประกอบ** อาจนำพลาสติกใช้แล้วผสมกับวัสดุอย่างอื่น เพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์วัสดุประกอบที่เป็นประโยชน์ได้ เช่น ไม้เทียม หินอ่อนเทียม แต่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้อาจมีคุณภาพไม่สูงนัก



## กิจกรรมท้ายบทที่ 10

**คำสั่ง** จงทำเครื่องหมาย X ลงในข้อที่ถูกต้อง

1. วิธีการกลั่นแบบใดนำมาใช้ในการกลั่นน้ำมันดิบ
  - ก. การกลั่นแบบง่าย
  - ข. การกลั่นแบบธรรมดา
  - ค. การกลั่นลำดับส่วน
  - ง. การกลั่นแบบสกัดโดยไอน้ำ
2. การกลั่นน้ำมันดิบจะได้ผลิตภัณฑ์ใดออกมาเป็นอันดับแรก
  - ก. แก๊สหุงต้ม
  - ข. น้ำมันเบนซิน
  - ค. น้ำมันดีเซล
  - ง. น้ำมันเตา
3. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบจะมีองค์ประกอบมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไร
  - ก. แหล่งน้ำมันดิบ
  - ข. ความร้อน
  - ค. ความดันอากาศ
  - ง. การขนส่ง
4. ยางมะตอยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบที่อุณหภูมิเท่าใด
  - ก.  $< 30^{\circ}\text{C}$
  - ข.  $170\text{-}250^{\circ}\text{C}$
  - ค.  $> 350^{\circ}\text{C}$
  - ง.  $> 500^{\circ}\text{C}$



5. ผลกระทบที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยโตรเลียมจะทำให้เกิดก๊าซพิษชนิดใด
- ก. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ( $\text{SO}_2$ )
  - ข. ก๊าซออกซิเจน ( $\text{O}_2$ )
  - ค. ก๊าซมีเทน ( $\text{CH}_4$ )
  - ง. ก๊าซโพรเพน ( $\text{C}_3\text{H}_8$ )
6. ข้อใดอธิบายความหมายของพอลิเมอร์ไม่ถูกต้อง
- ก. พอลิเมอร์เป็นสารที่สามารถพบได้ในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด
  - ข. พอลิเมอร์แบบกึ่งมีความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวสูง
  - ค. พอลิเมอร์อาจเกิดจากมอนอเมอร์ชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันมาเชื่อมต่อกัน
  - ง. พอลิเมอร์เกิดจากมอนอเมอร์จำนวนมากมาสร้างพันธะเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์
7. เทอร์โมพลาสติกคือพลาสติกประเภทใด
- ก. มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นโซ่ตรงยาว สามารถเปลี่ยนรูปได้เมื่อได้รับความร้อน
  - ข. ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและปฏิกิริยาเคมี
  - ค. โมเลกุลเชื่อมต่อกันเป็นร่างแห ไม่สามารถหลอมเหลวใหม่ได้
  - ง. คงรูปหลังการผ่านความร้อนหรือแรงดันเพียงครั้งเดียว
8. ข้อใดจัดเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติ
- ก. ไนลอน
  - ข. โปรตีน
  - ค. ดาครอน
  - ง. พลาสติก

9. ข้อใดจัดเป็นพอลิเมอร์แบบร่างแห

- ก. PVC
- ข. พอลิสไตรีน
- ค. พอลิเอทิลีน
- ง. เมลามีน

10. ข้อใดกล่าวถึงผลกระทบจากการใช้พอลิเมอร์ไม่ถูกต้อง

- ก. ทำให้น้ำมีสมบัติเป็นกรด
- ข. ทำให้เกิดผมร่วน ผิวหนังพุพอง
- ค. ทำให้ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำลดลง
- ง. ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ทนทานต่อความร้อนสูง

## บทที่ 11

### สารเคมีกับชีวิตและสิ่งแวดล้อม

#### สาระสำคัญ

ชีวิตประจำวันของมนุษย์ที่จะดำรงชีวิตให้มีความสุขนั้น ร่างกายต้องสมบูรณ์แข็งแรง สิ่งที่จะมาบั่นทอนความสุขของมนุษย์ คือสารเคมีที่เข้าสู่ร่างกายจึงจำเป็นต้องรู้ถึงการใช้สารเคมี ผลกระทบจากการใช้สารเคมี

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายความสำคัญและความจำเป็นที่ต้องใช้สารเคมีได้
2. อธิบายวิธีการใช้สารเคมีบางชนิดได้ถูกต้อง
3. อธิบายผลกระทบที่เกิดจากการใช้สารเคมีได้

#### ขอบข่ายเนื้อหา

- เรื่องที่ 1 ความสำคัญของสารกับชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- เรื่องที่ 2 ความจำเป็นที่ต้องใช้สารเคมี
- เรื่องที่ 3 การใช้สารเคมีที่ถูกต้องและปลอดภัย
- เรื่องที่ 4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมี

## บทที่ 11

### สารเคมีกับชีวิตและสิ่งแวดล้อม

#### เรื่องที่ 1 ความสำคัญของสารเคมีกับชีวิตและสิ่งแวดล้อม

**สิ่งแวดล้อม** คือ ทุกสิ่งที่อยู่รอบตัวเราทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต ทั้งที่เป็นรูปธรรม (จับต้องมองเห็นได้) และนามธรรม (วัฒนธรรม ประเพณี ความเชื่อ) มีอิทธิพลเกี่ยวโยงถึงกันเป็นปัจจัยในการเกื้อหนุนซึ่งกันและกัน ผลกระทบจากปัจจัยหนึ่งจะมีส่วนเสริมสร้างหรือทำลาย อีกส่วนหนึ่งอย่างหลีกเลี่ยงมิได้ สิ่งแวดล้อมเป็นวงจร และวัฏจักรที่เกี่ยวข้องกันไปทั้งระบบ

**สิ่งแวดล้อม** แบ่งออกเป็นลักษณะกว้าง ๆ ได้ 2 ส่วน คือ

1. สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ป่าไม้ ภูเขา ดิน น้ำ อากาศ ทรัพยากร
2. สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ชุมชนเมือง สิ่งก่อสร้างโบราณสถาน ศิลปกรรม ขนบธรรมเนียม ประเพณี และวัฒนธรรม

#### มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

มนุษย์มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมอย่างแนบแน่น ในอดีตปัญหาเรื่องความสมดุลของธรรมชาติตามระบบนิเวศยังไม่เกิดขึ้นมากนัก เนื่องจากผู้คนในยุคนั้นมีชีวิตอยู่ภายใต้อิทธิพลของธรรมชาติ ความเปลี่ยนแปลงทางด้านธรรมชาติ และสภาวะแวดล้อมเป็นไปอย่างค่อยเป็นค่อยไป จึงทำให้ธรรมชาติสามารถปรับสมดุลของตัวเองได้ แต่ปัจจุบันนี้ได้มีปัญหายอย่างรุนแรงด้านสิ่งแวดล้อมขึ้นในบางส่วนของโลก และปัญหาดังกล่าวก็มีลักษณะคล้ายคลึงกันในทุกประเทศ ดังนี้

1. ปัญหาทางด้านภาวะมลพิษทางน้ำ
2. ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติที่เสื่อมสลายและหมดสิ้นไปอย่างรวดเร็ว เช่น น้ำมัน แร่ธาตุ พืชสัตว์ ทั้งที่เป็นอาหารและการอนุรักษ์ไว้เพื่อการศึกษา
3. ปัญหาที่เกี่ยวกับการตั้งถิ่นฐานของชุมชนมนุษย์ เช่น การวางผังเมือง และชุมชนไม่ถูกต้องทำให้เกิดการแออัด การใช้ทรัพยากรผิดประเภทและเกิดปัญหาจากของเหลือทิ้งพวกขยะมูลฝอย

สสาร หมายถึง สิ่งที่มีมวล ต้องการที่อยู่ และสามารถสัมผัสได้ หรืออาจหมายถึง สิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัวเรา มีตัวตนต้องการที่อยู่สัมผัสได้ อาจมองเห็นหรือมองไม่เห็นก็ได้ เช่น อากาศ ดิน น้ำ เป็นต้น

สาร หมายถึง สสารที่ทราบสมบัติ หรือสสารที่จะศึกษาเป็นสสารที่เฉพาะเจาะจง

สมบัติของสาร หมายถึง ลักษณะเฉพาะตัวของสาร เช่น เนื้อสาร สี กลิ่น รส การนำไฟฟ้า การละลายน้ำ จุดเดือด จุดหลอมเหลว ความเป็นกรด – เบส เป็นต้น

สมบัติของสารจำแนกได้ 2 ประเภท คือ

1. สมบัติทางกายภาพ เป็นสมบัติที่สังเกตได้จากลักษณะภายนอก หรือใช้เครื่องมือง่ายๆในการสังเกต ซึ่งเป็นสมบัติที่ไม่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี เช่น สี กลิ่น รส สถานะ จุดเดือด ลักษณะ รูปผลึก ความหนาแน่น การนำไฟฟ้า การละลาย จุดหลอมเหลว

2. สมบัติทางเคมีเป็นสมบัติที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างภายในของสาร เป็นสมบัติที่สังเกตได้เมื่อมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น เช่น ความเป็นกรด- เบส การเกิดสนิม เป็นต้น

ในชีวิตประจำวันของเราจึงมีความจำเป็นต้องใช้สารต่างๆ ทั้งเป็นปัจจัยในการดำรงชีวิต ในรูปปัจจัยสี่ คือ สารเป็นแหล่งอาหาร เราใช้สารเป็นเครื่องใช้ไม้สอยในการสร้างที่อยู่อาศัย และเครื่องอำนวยความสะดวกเราใช้สารพวกเส้นใยมาผลิตสิ่งทอใช้เป็นเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค อุปกรณ์ เวชภัณฑ์ที่ใช้เพื่อการป้องกันโรค บำบัดรักษาโรค ล้วนแต่เป็นสารทั้งสิ้น

## เรื่องที่ 2 ความจำเป็นที่ต้องใช้สารเคมี

### สารในชีวิตประจำวัน

ในชีวิตประจำวัน เราจะต้องเกี่ยวข้องกับสารหลายชนิด ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกัน สารที่ใช้ในชีวิตประจำวันจะมีสารเคมีเป็นองค์ประกอบ สารแต่ละชนิดมีสมบัติหลายประการ และนำมาใช้ประโยชน์แตกต่างกันเราต้องจำแนกประเภทของสาร เพื่อความสะดวกในการศึกษาและการนำไปใช้

## ประเภทของสารในชีวิตประจำวัน

1. **สารปรุงแต่งอาหาร** หมายถึง สารที่เติมลงไปในการอาหารเพื่อให้รับประทาน สารเหล่านี้จะไปเพิ่มสี รส กลิ่นของอาหาร รวมไปถึงการใส่วิตามินใส่ผงชูรสใส่เครื่องเทศด้วย เช่น น้ำตาลให้รสหวาน เกลือ น้ำปลา ให้รสเค็ม น้ำส้มสายชู น้ำมะนาว ให้รสเปรี้ยว



2. **สารที่ใช้ทำความสะอาด** หมายถึง สารที่มีคุณสมบัติในการชำระล้างสกปรกใช้ในการดูแลรักษาสุขภาพของร่างกาย เสื้อผ้า นอกจากนี้ยังช่วยให้เครื่องใช้และเครื่องสุขภัณฑ์อยู่ในสภาพดีมีความทนทาน



3. **สารที่ใช้เป็นเครื่องสำอาง** หมายถึง วัตถุที่มุ่งหมายเอาไว้ทา ถู นวด โขย ฟัน หยอด ใส่ อบ หรือกระทำด้วยวิธีอื่นใดต่อส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายเพื่อความสะอาด ความสวยงาม หรือส่งเสริมให้เกิดความสวยงาม ตลอดทั้งเครื่องประดับต่าง ๆ ด้วยรวมทั้งวัตถุที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางโดยเฉพาะ แต่ไม่รวมถึงเครื่องประดับและเครื่องแต่งตัว ซึ่งเป็นอุปกรณ์ร่างกายภายนอก



**4. สารที่ใช้เป็นยา** หมายถึง สารหรือผลิตภัณฑ์ที่มีวัตถุประสงค์ประสงค์ในการใช้ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกาย หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของขบวนการทางพยาธิวิทยา ซึ่งทำให้เกิดโรคทั้งนี้เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้รับยานั้น

สารที่ถูกจัดให้เป็นยาควรมีประโยชน์ในการใช้โดยมีหลัก ใหญ่ 3 ประการ คือ

1. ใช้ประโยชน์ในการรักษาโรคให้หายขาด
2. ใช้ประโยชน์ในการควบคุมโรคหรือบรรเทาอาการ
3. ใช้ประโยชน์ในการป้องกันโรค

นอกจากนี้ยายังมีประโยชน์ในการวินิจฉัยโรค เช่น การทดสอบภูมิต้านทานตั้งครรภ์ โดยการใช้วิธีการตรวจสอบฮอร์โมนที่ชื่อว่าเอสโตรเจน (Estrogens) และการทดสอบการทำงานของระบบควบคุมการหลั่งฮอร์โมนของต่อมใต้สมองและต่อมหมวกไตโดยใชยาชื่อคอร์ติซอล (Cortisol)



**5.สารเคมีที่ใช้ในการเกษตร** แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ สารเคมีที่ใช้ในการเพิ่มผลผลิต และสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูพืช

5.1 สารเคมีที่ใช้ในการเพิ่มผลผลิต สารเคมีที่ใช้ในการเพิ่มผลผลิต คือ วัสดุใดก็ตามที่เราใส่ลงไปบนดินไม่ว่าในทางใด โดยวัสดุนั้นมีธาตุอาหารจำเป็นสำหรับพืช ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เราเรียกว่า “ปุ๋ย”

5.2 สารเคมีที่ใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูพืช หมายถึง สารเคมีหรือส่วนผสมของสารใดๆ ก็ตามที่ใช้ป้องกัน กำจัด ทำลาย หรือขับไล่ศัตรูพืช



คุณสมบัติของสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน แบ่งตามคุณสมบัติได้ 3 ประเภทได้แก่

1. สารที่มีความเป็นกลาง เช่น น้ำ น้ำเชื่อม
2. สารที่มีความเป็นกรด เช่น น้ำมะนาว น้ำส้มสายชู น้ำอัดลม น้ำยาล้างห้องน้ำ
3. สารที่มีสมบัติเป็นเบส เช่น น้ำปูนใส น้ำสบู่ น้ำยาเช็ดกระจก

ความเป็นกรด - เบส	กรด ←						กลาง	→ เบส							
ค่า PH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

การหาค่าความเป็นกรด-เบส (Potential of Hydrogen ion : pH)

การหาค่าความเป็นกรดความเป็นเบสของสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันสามารถทดสอบ การเปลี่ยนสีของ กระดาษลิตมัส ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ และสารละลายฟีนอล์ฟธาไลน์ ดังแสดงในตาราง



ผลการเปลี่ยนแปลงเมื่อทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารเคมีในชีวิตประจำวัน		
กระดาษลิตมัส	ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์	สารละลายฟีนอล์ฟธาลีน
<p><u>กรด (acid)</u></p> <p>เมื่อทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง</p> <p>เมื่อทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสสีแดงจะไม่เปลี่ยนสี</p> <p><u>เบส Base</u></p> <p>เมื่อทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสสีแดงจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน</p> <p>เมื่อทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินจะไม่เปลี่ยนสี</p> <p><u>กลาง</u></p> <p>กระดาษลิตมัสทั้งสองสีไม่เปลี่ยนแปลง</p>	<p>การตรวจสอบด้วยยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ จะสามารถบอกค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ได้ดังนี้</p> <p>-ค่า pH น้อยกว่า 7 เป็นกรด</p> <p>-ค่า pH มากกว่า 7 เป็นเบส</p> <p>-ค่า pH เท่ากับ 7 เป็นกลาง</p>	<p><u>กรด (acid)</u></p> <p>สารละลายฟีนอล์ฟธาลีนเป็นสีใสหรือไม่เปลี่ยนสี</p> <p><u>เบส Base</u></p> <p>สารละลายฟีนอล์ฟธาลีนเปลี่ยนเป็นสีชมพูม่วง</p>



### เรื่องที่ 3 การใช้สารเคมีที่ถูกต้องและปลอดภัย

หลักสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย มีหลักสำคัญ ดังนี้

1. **การจัดเก็บ** ต้องจัดเก็บให้ถูกต้องเหมาะสมกับสมบัติของสารนั้น การจัดเก็บต้องเป็นสัดส่วน สารไวไฟต้องเก็บในขวดที่ปิดมิดชิด อากาศแห้งเย็น ห่างจากประกายไฟแหล่งความร้อน สารพิษและสารที่มีฤทธิ์กัดกร่อนต้องเก็บแยกต่างหากมีป้ายบอกที่เก็บเป็นสัดส่วนชัดเจน ไม่จัดเก็บปะปนกับวัตถุบิที่นำมาใช้ในกระบวนการปรุงอาหารที่สำคัญที่สุด ต้องเก็บให้ห่างจากมือเด็ก เด็กต้องไม่สามารถนำออกมาได้

2. **ฉลาก** รู้จักฉลากและใส่ใจในการอ่านฉลากอย่างละเอียดก่อนนำมาใช้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในบ้านส่วนใหญ่เป็นสารที่มีพิษให้โทษรุนแรงในระดับต่างกันก่อนนำมาใช้ จึงต้องอ่านฉลากให้เข้าใจและปฏิบัติตามคำแนะนำที่ผู้ผลิตระบุไว้ที่ฉลากอย่างเคร่งครัดตัวอย่างคำอธิบายในฉลาก เช่น

- **อันตราย (DANGER)** แสดงให้เห็นว่าควรใช้ผลิตภัณฑ์ด้วยความระมัดระวังเพิ่มมากขึ้นเป็นพิเศษสารเคมีที่ไม่ได้ถูกทำให้เจือจางเมื่อสัมผัสถูกกับตาหรือผิวหนังโดยไม่ได้ตั้งใจอาจทำให้เนื้อเยื่อบริเวณนั้นถูกกัดทำลายหรือสารบางอย่างอาจติดไฟได้ถ้าสัมผัสกับเปลวไฟ

- **สารพิษ (POISON)** คือ สารที่ทำให้เป็นอันตรายหรือทำให้เสียชีวิตถ้าถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังรับประทานหรือสูดดมคำนี้เป็นเป็นข้อเตือนถึงอันตรายที่รุนแรงที่สุด

- **เป็นพิษ (TOXIC)** หมายถึง เป็นอันตรายทำให้อวัยวะต่างๆทำหน้าที่ผิดปกติไปหรือทำให้เสียชีวิตได้ถ้าถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังรับประทานหรือสูดดม

- **สารก่อความระคายเคือง (IRRITANT)** หมายถึง สารที่ทำให้เกิดความระคายเคืองหรืออาการบวมต่อผิวหนังตาเยื่อหูและระบบทางเดินหายใจ

- **ติดไฟได้ (FLAMMABLE)** หมายถึง สามารถติดไฟได้ง่าย และมีแนวโน้มที่จะเผาไหม้ได้อย่างรวดเร็ว

- **สารกัดกร่อน (CORROSIVE)** หมายถึง สารเคมีหรือไอระเหยของสารเคมีนั้นสามารถทำให้วัสดุถูกกัดกร่อนหรือสิ่งมีชีวิตถูกทำลายได้



3. **ซื้อมาเก็บเท่าที่จำเป็น** ไม่จำเป็นต้องมากักตุนไว้จำนวนมากผลิตภัณฑ์เหล่านี้ไม่มี ความจำเป็นต้องนำมาเก็บสำรองในปริมาณมาก การสำรองเท่ากับเป็นการนำสารพิษมาเก็บไว้ โดยไม่ตั้งใจนอกจากนี้ยังต้องหมั่นตรวจสอบว่าผลิตภัณฑ์มีสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากตอนที่ซื้อ มาใหม่หรือไม่ เช่น สี กลิ่น เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งอาจจะหมดอายุหรือหมดสภาพจำเป็นต้องนำไป ทิ้ง หรือทำลายด้วยวิธีการที่ถูกต้อง

4. **ไม่เก็บสารเคมีปะปนกับอาหาร** ทั้งนี้เนื่องจากสารเคมีอาจหกหรือมีไอรระเหย ทำให้ปนเปื้อนกับอาหารได้ และเมื่อใช้ผลิตภัณฑ์สารเคมีเสร็จแล้วควรล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

5. **การทิ้งภาชนะบรรจุหรือผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุ** ต้องคำนึงเสมอว่าภาชนะบรรจุหรือ ผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุที่จำเป็นต้องทิ้ง อาจก่อให้เกิดพิษต่อสิ่งแวดล้อมการทิ้งขยะจากผลิตภัณฑ์ เหล่านี้ต้องแยกและนำทิ้งในระบบการจัดเก็บขยะมีพิษของเทศบาลหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหากไม่ มีจำเป็นต้องฝังกลบหรือทำลายให้ดูคำแนะนำในฉลากและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด

6. **หลักปลอดภัยสูงสุดในขณะใช้** ต้องคำนึงไว้เสมอว่าสารเคมีทุกอย่างมีพิษแม้จะ มั่นใจว่ามีพิษต่ำก็ให้ปฏิบัติเสมือนสารเคมีที่มีพิษสูงเพื่อความปลอดภัยการหยิบจับต้องใช้ถุงมือ มีเสื้อคลุมกันเปื้อนใช้ผ้าปิดจมูก (mask) สวมแว่นตากันสารเคมี (Goggle) หากสัมผัสสุดตม เอาไอรระเหยหรือผลอกลิ้นกินเข้าไปให้ดูวิธีการปฐมพยาบาลเบื้องต้นจากฉลาก และรีบนำไป พบแพทย์ทันทีโดยนำภาชนะผลิตภัณฑ์ที่มีฉลากติดตัวไปด้วย



## เรื่องที่ 4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมี

การใช้สารเคมีในปริมาณมากเมื่อสารเคมีนั้นถูกนำมาใช้แล้วหรือส่วนที่เหลือจากการใช้ย่อมกลายเป็นขยะหรือของเสียซึ่งโดยธรรมชาติจำเป็นต้องมีการย่อยสลายหรือต้องมีการบำบัดเพื่อเปลี่ยนเป็นสารที่ไม่มีพิษหรือมีพิษน้อยลง การกำจัดสารเคมีที่เหลือใช้นั้นต้องมีวิธีการกำจัดอย่างเหมาะสม ทั้งนี้เนื่องจากสารแต่ละชนิดมีพิษต่อสิ่งแวดล้อมในระดับต่างกัน หากไม่สามารถกำจัดได้อย่างเหมาะสมแล้วอาจตกค้างในสิ่งแวดล้อมซึ่งจะก่อให้เกิดอันตรายต่อคน สัตว์ ระบบนิเวศได้

### 1. ผลกระทบของของเสียที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

1. ทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศ สารโลหะหนักหรือสารเคมีที่เจือปนอยู่ในของเสีย ที่เป็นอันตราย นอกจากจะเป็นอันตรายต่อมนุษย์แล้ว ยังเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ทั้งพืชและสัตว์ทำให้เจ็บป่วยและตายได้เช่นกัน หรือถ้าได้รับสารเหล่านั้นในปริมาณไม่มากพอที่จะทำให้เกิดอาการอย่างเฉียบพลัน ก็อาจมีผลกระทบต่อโครงสร้างของโครโมโซมทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม นอกจากนี้การสะสมของสารพิษไว้ในพืชหรือสัตว์แล้วถ่ายทอดไป ตามห่วงโซ่อาหาร ในที่สุดอาจเป็นอันตรายต่อมนุษย์ซึ่งนำพืชและสัตว์ดังกล่าวมาบริโภค

2. ทำให้เกิดผลเสียหายต่อทรัพย์สินและสังคม เช่น เกิดไฟไหม้ เกิดการกีดร่อนเสียหายของวัสดุ เกิดความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพทำให้เกิดปัญหาทางสังคมด้วย

### 2. ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์

ปัจจัยที่ทำให้สารเคมีมีผลต่อสุขภาพของคน จากการศึกษาของ Dr.Helen Marphy ผู้เชี่ยวชาญทางด้านพิษวิทยาประเทศอินโดนีเซีย พบว่าปัจจัยที่มีความเสี่ยงของสุขภาพของคนอันดับต้น ๆ คือ

1. เกษตรกรใช้สารเคมีชนิดที่องค์การ WHO จำแนกไว้ในกลุ่มที่มีพิษร้ายแรงยิ่ง (Extremely toxic) และมีพิษร้ายแรงมาก (Very Highly toxic) ซึ่งมีความเสี่ยงสูงทำให้เกิดการเจ็บป่วยแก่เกษตรกร ซึ่งใช้สารพิษ

2. การผสมสารเคมีหลายชนิดฉีดพ่นในครั้งเดียว ซึ่งเป็นลักษณะที่ทำให้เกิดความเข้มข้นสูง เกิดการแปรสภาพโครงสร้างของสารเคมี เมื่อเกิดการเจ็บป่วยแพทย์ไม่สามารถรักษาคนไข้ได้เนื่องจากไม่มียารักษา โดยตรง ทำให้คนไข้มีโอกาสเสียชีวิตสูง

3. ความถี่ของการฉีดพ่นสารเคมี ซึ่งหมายถึง จำนวนครั้งที่เกษตรกรฉีดพ่น เมื่อฉีดพ่นบ่อยโอกาสที่จะสัมผัสสารเคมีก็เป็นไปตามจำนวนครั้งที่ฉีดพ่นทำให้ผู้ฉีดพ่นได้รับสารเคมีในปริมาณที่มากสะสมในร่างกาย และผลผลิตทางการเกษตร

4. การสัมผัสสารเคมีของร่างกายผู้ฉีดพ่น บริเวณผิวหนังเป็นพื้นที่ที่มากที่สุดของร่างกาย หากผู้ฉีดพ่นสารเคมีไม่มีการป้องกันหรือเสื้อผ้าที่เปียกสารเคมี โดยเฉพาะบริเวณที่มือและขาของผู้ฉีดพ่นทำให้มีความเสี่ยงสูง เพราะสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชถูกผลิตมาให้ทำลายแมลงโดยการทะลุทะลวง หรือดูดซึมเข้าทางผิวหนังของแมลง รวมทั้งให้แมลงกินแล้วตาย

ดังนั้น ผิวหนังของคนที่มีความอ่อนนุ่มกว่าผิวหนังของแมลงง่ายต่อการดูดซึมเข้าไปทางต่อมเหงื่อออกเหนือจากการสูดละอองเข้าทางจมูกโดยตรง จึงทำให้มีความเสี่ยงอันตรายมากกว่าแมลงมากมาย

5. พฤติกรรมการเก็บสารเคมี และทำลายภาชนะบรรจุไม่ถูกต้องทำให้อันตรายต่อผู้อยู่อาศัยโดยเฉพาะเด็ก ๆ และสัตว์เลี้ยง

6. ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง การสัมผัสหรือเกี่ยวข้องกับเสียที่เป็นอันตรายซึ่งประกอบด้วยสารพิษที่เป็นสารก่อมะเร็ง อาจทำให้เกิดโรคมะเร็งได้ โดยเฉพาะเมื่อได้รับสารเหล่านั้นเป็นเวลาติดต่อกันนาน อาทิ การหายใจเอาอากาศที่มีสารพิษเข้าไป กินอาหารหรือน้ำที่ปนเปื้อนด้วยสารเคมีพวงยาฆ่าแมลง

7. ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคอื่น การที่ได้รับสารเคมีหรือสารโลหะหนักบางชนิดเข้าไปในร่างกาย อาจทำให้เจ็บป่วยเป็นโรคต่าง ๆ จนอาจถึงตายได้ เช่น โรคทางสมองหรือทางประสาท หรือโรคที่ทำให้เกิดความผิดปกติของร่างกาย ตัวอย่างของโรคที่เกิดจากการจัดการของเสียที่เป็นอันตรายอย่างไม่ถูกต้อง เช่น โรคมินามาตะซึ่งเกิดจากสารปรอท โรคอิไต-อิไต ซึ่งเกิดจากสารแคดเมียมและโรคแพพิษสารตะกั่ว เป็นต้น



## กิจกรรมท้ายบทที่ 11

### คำชี้แจง

1. ให้ผู้เรียนตรวจสอบค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ด้วยกระดาษลิตมัสและกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์
2. เมื่อดำเนินการทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นักศึกษำบันทึกผลการทดสอบลงในตาราง
3. ให้ผู้เรียนตอบคำถามกิจกรรมการทดสอบหาค่าความเป็นกรด-เบส
4. ครูและนักศึกษำสรุปและอภิปรายผลการทดลองร่วมกัน

### ขั้นตอนวิธีการทำการทดสอบ

1. ให้ผู้เรียนเตรียมสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนี้ น้ำอัดลม น้ำมะนาว น้ำส้มสายชู น้ำยาล้างห้องน้ำ น้ำเปล่า น้ำเชื่อม สารละลายสบู่ สารละลายยาสีฟัน สารละลายยาสระผม สารละลายผงชูรส เพื่อทำการทดลอง
2. นำสารเคมี จำนวน 50 มิลลิลิตร ใส่ในภาชนะที่เตรียมไว้เพื่อทำการทดลอง ในกรณีสารเคมีที่เป็นของแข็ง เช่น สบู่ ยาสีฟัน ให้ผู้เรียนนำไปละลายน้ำเพื่อทำเป็นสารละลาย
3. นำกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์จุ่มทดสอบสารละลายแต่ละชนิดตามลำดับ ตรวจสอบสีที่เปลี่ยนแปลงและเปรียบเทียบผล

### ตารางบันทึกผลการทดลอง

ผลการทดสอบค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน			
ชนิดของสารเคมี	ค่ากรด-เบส pH	การเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส	
		สีแดง	สีน้ำเงิน
1. น้ำอัดลม			
2. น้ำมะนาว			
3. น้ำส้มสายชู			
4. น้ำยาล้างห้องน้ำ			
5. น้ำเปล่า			
6. น้ำเชื่อม			
7. สารละลายสบู่			
8. สารละลายยาสีฟัน			
9. สารละลายยาสระผม			
10. สารละลายผงชูรส			

#### คำถามจากการทำกิจกรรม

- จงเรียงลำดับสารเคมีที่มีค่ากรด-เบส (pH) จากน้อยไปหามากพร้อมบอกค่า pH
- มีสารละลายใดบ้างที่เป็นกรด และสารละลายใดบ้างที่เป็นเบส ผู้เรียนทราบได้อย่างไร จงอธิบาย
- ผู้เรียนคิดว่าจากการทำกิจกรรมการทดสอบค่ากรด-เบสของสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

## บทที่ 12

### แรงและการเคลื่อนที่

#### สาระสำคัญ

แรงและการกระทำต่อวัตถุ ความหมายของแรง การเคลื่อนที่ของวัตถุ ความเร่ง ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และประโยชน์ของสนามแม่เหล็ก

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ และการนำไปใช้ประโยชน์ได้
2. อธิบายเกี่ยวกับสมบัติ ประโยชน์ และมลภาวะจากเสียง ประโยชน์และโทษของธาตุกัมมันตรังสีต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้

#### ขอบข่ายเนื้อหา

##### 1. แรงและการเคลื่อนที่

เรื่องที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการเคลื่อนที่ในสนามโน้มถ่วงสนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า

เรื่องที่ 2 แรงและความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ของอนุภาค

เรื่องที่ 3 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

##### 2. พลังงานเสียง

เรื่องที่ 1 การเกิดเสียง

เรื่องที่ 2 สมบัติของเสียง

เรื่องที่ 3 ประโยชน์ของพลังงานเสียง

เรื่องที่ 4 อันตรายจากเสียง



## บทที่ 12

### แรงและการเคลื่อนที่

#### เรื่องที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการเคลื่อนที่ในสนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้า

สนามของแรง หมายถึง บริเวณที่เมื่อนำวัตถุไปวางแล้วเกิดแรงกระทำกับวัตถุนั้น ซึ่งจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของสนาม ขนาด และตำแหน่งของวัตถุ

##### 1. แรงโน้มถ่วงและสนามโน้มถ่วง

เมื่อเราปล่อยวัตถุ วัตถุจะตกลงสู่พื้น แสดงว่ามีแรงกระทำต่อวัตถุ โดยแรงนั้นเกิดจากแรงที่โลกดึงดูดวัตถุ เรียกว่า **แรงโน้มถ่วง** (Gravitational force) และวัตถุอยู่ในสนามของแรงโน้มถ่วง เรียกสั้น ๆ ว่า **สนามโน้มถ่วง** (Gravitational field) โดยสนามโน้มถ่วงเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางที่เป็นต้นกำเนิดสนาม เช่น สนามโน้มถ่วงของโลกมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก ส่วนสนามโน้มถ่วงของดาวดวงใดก็มีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของดาวดวงนั้น

สนามโน้มถ่วงที่ตำแหน่งใด ๆ เท่ากับแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุหารด้วยมวลของวัตถุนั้น เช่น วางวัตถุ 1 กิโลกรัม ไว้ที่ผิวโลก วัตถุจะถูกโลกดึงดูดด้วยแรง 9.8 นิวตัน (N) ในทิศทางเข้าหาศูนย์กลางโลก ดังนั้นสนามโน้มถ่วงของโลกที่บริเวณนั้นจะมีขนาด เท่ากับ 9.8 นิวตันต่อกิโลกรัม (N/Kg) และทิศทางเข้าหาศูนย์กลางโลก

สนามโน้มถ่วงของโลกจะมีค่าลดลงเรื่อย ๆ เมื่อสูงขึ้นจากผิวโลก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 9.8 นิวตันต่อกิโลกรัม (N/Kg)

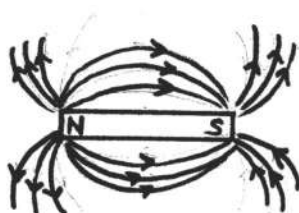
##### การเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วงโลก

การตกของวัตถุที่มีมวลต่างกันในสนามโน้มถ่วงโลกซึ่งมีค่า 9.8 นิวตันต่อกิโลกรัม (N/Kg) วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งโน้มถ่วง 9.8 เมตรต่อวินาที<sup>2</sup> (m/s<sup>2</sup>) มีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก ซึ่งหมายความว่า ความเร็วของวัตถุจะเพิ่มขึ้นวินาทีละ 9.8 เมตรต่อวินาที ดังนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 1 วินาที และ 2 วินาที วัตถุจะมีความเร็ว 9.8 เมตรต่อวินาที และ 19.6 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยความเร่งโน้มถ่วงจะมีค่าแตกต่างกันตามตำแหน่งที่ห่างจากจุดศูนย์กลางของโลก

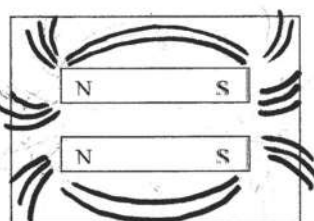
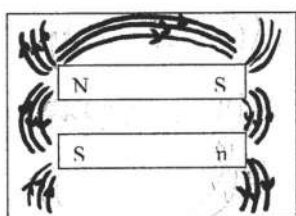
การเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงของวัตถุบริเวณใกล้ผิวโลก ถ้าคำนึงถึงแรงโน้มถ่วงเพียงอย่างเดียวโดยไม่คิดถึงแรงอื่น ๆ เช่น แรงต้านอากาศ หรือแรงพยุงของวัตถุในอากาศแล้ว วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งโน้มถ่วงที่มีค่าคงตัวเท่ากับ 9.8 เมตรต่อวินาที<sup>2</sup> (m/s<sup>2</sup>) ในทิศทางลง เรียกการเคลื่อนที่แบบนี้ว่า การตกแบบเสรี (Free ball)

## 2. แรงแม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก

บริเวณที่มีแรงแม่เหล็กกระทำต่อสารแม่เหล็ก เช่น เหล็ก นิกเกิล และโคบอลต์ เป็นต้น แสดงว่าบริเวณนั้นมีสนามแม่เหล็ก (Magnetic field) โดยสนามแม่เหล็กมีลักษณะประกอบด้วยเส้นแผ่กระจายเต็มสนามแม่เหล็ก เรียกเส้นต่าง ๆ เหล่านี้ว่า เส้นสนามแม่เหล็ก



โดยเส้นสนามแม่เหล็ก จะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งออกจากขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็ก เข้าสู่ขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็ก ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นโดย วางแผ่นกระดาษแข็งทับแท่งแม่เหล็ก แล้วโปรยผงตะไบเหล็กบนแผ่นกระดาษ จากนั้นเคาะแผ่นกระดาษเบา ๆ จะเห็นว่าผงตะไบเหล็กเรียงเป็นแนวเส้นโค้ง แนวโค้งแต่ละแนวเรียกว่าเส้นแม่เหล็ก ดังรูป



สมบัติของเส้นสนามแม่เหล็ก มีดังนี้

1. เส้นสนามแม่เหล็กพุ่งออกจากขั้วเหนือแม่เหล็กเข้าสู่ขั้วใต้
2. เส้นสนามแม่เหล็กแต่ละเส้นจะไม่ตัดกัน

3. เส้นสนามแม่เหล็กจากแม่เหล็กต่างชนิดกันจะเสริมเป็นแนวเดียวกัน ส่วนเส้นสนามแม่เหล็กชนิดขั้วเดียวกันจะไม่เสริมกันเป็นแนวเดียวกันแต่จะเบนออกไปคนละทาง

4. เส้นสนามแม่เหล็กสามารถพุ่งผ่านแท่งวัตถุที่ไม่ใช่สารแม่เหล็กได้โดยปกติ แต่ถ้าแท่งวัตถุนั้นเป็นแม่เหล็กจะเกิดแรงกระทำต่อตัวแท่งวัตถุนั้น

### การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าในสนามแม่เหล็ก

1. เมื่อประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำต่อประจุไฟฟ้าทำให้เกิดการเบี่ยงเบนขึ้น แรงแนี้ต่างจากสนามไฟฟ้าเพราะจะกระทำต่อประจุที่มีการเคลื่อนที่เท่านั้น ประจุไฟฟ้าจะเคลื่อนที่เป็นส่วนของวงกลม แสดงให้เห็นว่า ทิศของแรงมีทิศตั้งฉากกับความเร็วและประจุไฟฟ้า

2. เมื่อสนามแม่เหล็กเปลี่ยนทิศ ทิศการเบนของอิเล็กตรอนจะเปลี่ยนไปด้วยเนื่องจากแรงแม่เหล็กเปลี่ยนทิศ

### ผลของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของตัวที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำวางไว้ในสนามแม่เหล็กจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นคือ ถ้าผ่านตัวนำซึ่งวางตัดกับสนามแม่เหล็ก จะมีแรงแม่เหล็กกระทำต่อขดลวดตัวนำ มีผลทำให้ขดลวดตัวนำเคลื่อนที่ โดยทิศทางของแรงแม่เหล็กขึ้นอยู่กับทิศทางกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ซึ่งหลักการนี้นำไปใช้ในการทำมอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องวัดไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น การนำไปสร้างมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งจะเปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล เช่น พัดลม ไตร่เป่าลม เป็นต้น

## เรื่องที่ 2 แรงและความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ของอนุภาค

### 1. ความหมายของแรง

แรง (Force) หมายถึง สิ่งที่มากระทำหรือพยายามกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพ เช่น ถ้ามีแรงมากระทำกับวัตถุซึ่งกำลังเคลื่อนที่ อาจทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่เร็วขึ้น ช้าลง หรือหยุดนิ่ง หรือเปลี่ยนทิศทาง

แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ คือ ต้องบอกขนาดและทิศทาง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

## 2. การเคลื่อนที่ในแนวตรง

การเคลื่อนที่ในแนวตรง หมายถึง การเคลื่อนที่ที่ไม่เปลี่ยนทิศทาง เช่น ผลไม้หล่นจากต้นโดยการเคลื่อนที่ คือ การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุที่มีความเกี่ยวข้องกับสิ่งต่อไปนี้

- ระยะทาง (Distance) คือ เส้นทางหรือความยาวตามเส้นทางการเคลื่อนที่จากตำแหน่งเริ่มต้นถึงตำแหน่งสุดท้าย ระยะทางใช้สัญลักษณ์ “s” เป็นปริมาณ สเกลาร์ มีหน่วยเป็นเมตร (m)

- การกระจัด (Displacement) คือ ความยาวเส้นตรงที่เชื่อมโยงระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ การกระจัดใช้สัญลักษณ์  $\vec{S}$  เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็นเมตร (m)

**การเคลื่อนที่ในแนวตรง** ระยะทางและการกระจัดจะมีค่าเท่ากัน แต่การกระจัดจะต้องมีทิศทางการเคลื่อนที่กำกับด้วยและเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้น การกระจัดในหนึ่งหน่วยเวลา คือ ความเร็ว และมีหน่วยเป็นเมตร / วินาที สำหรับความเร็วของรถยนต์ที่เคลื่อนที่ ความเร็วจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังนั้นจึงนิยมบอกความเร็วของรถยนต์เป็นความเร็วเฉลี่ย

ในการเคลื่อนที่ในแนวตั้งวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว เรียก ความเร่งในการตกของวัตถุว่าความเร่งโน้มถ่วง ซึ่งมีค่า 9.8 เมตรต่อวินาที<sup>2</sup> และถ้าความเร่งมีทิศทางตรงข้ามกับความเร็วต้นจะมีค่าเป็นลบ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ความหน่วง

## 3. ความเร็ว (Velocity)

ขณะที่รถยนต์กำลังวิ่ง เราจะเห็นเข็มบอกความเร็วเบนขึ้นเรื่อย ๆ แสดงว่ารถเคลื่อนที่ด้วย อัตราเร็วเพิ่มขึ้น แต่เมื่อพิจารณาถึงทิศทางที่รถวิ่งไปด้วย จะกล่าวได้ว่ารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว (เพิ่มขึ้น) แต่เมื่อพิจารณาตามข้อเท็จจริงปรากฏว่า ความเร็วของรถไม่ได้เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วที่เท่ากันตลอด เช่น จากช้าแล้วเร็วขึ้นเรื่อย ๆ หรือความเร็วเพิ่มบ้างลดบ้าง จึงนิยมบอกความเร็วเป็นอัตราเร็วเฉลี่ย

อัตราเร็ว	=	$\frac{\text{ระยะทางที่เคลื่อนที่}}{\text{เวลาที่ใช้}}$
หรือ v	=	$\frac{S}{T}$

#### 4. ความเร่ง (Acceleration)

ความเร่ง คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วของวัตถุในหนึ่งหน่วยเวลา เขียนแทนด้วย  $\vec{a}$  มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที<sup>2</sup> (m/s<sup>2</sup>) แต่เนื่องจากอัตราเร็วมีการเปลี่ยนแปลง คือ (1) มีการเปลี่ยนขนาดของความเร็ว หรือ (2) มีการเปลี่ยนแปลงทิศทางของความเร็ว หรือ (3) มีการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและทิศทางของความเร็ว จึงนิยมบอกความเร็วของรถเป็นความเร่งเฉลี่ย

ความเร่งเฉลี่ย (average acceleration) คือ อัตราส่วนระหว่างความเร็วที่เปลี่ยนไป กับช่วงเวลาที่เกิดความเปลี่ยนแปลงความเร็วนั้น ๆ เขียนแทนด้วย  $\vec{a}_{av}$

$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

หรือกล่าวได้ว่า :

$$\text{ความเร่งเฉลี่ย} = \frac{\text{ความเร็วที่เปลี่ยนไป}}{\text{ช่วงเวลาที่ใช้}} = \frac{\text{ความเร็วปลาย} - \text{ความเร็วต้น}}{\text{ช่วงเวลาที่ใช้}}$$

**ตัวอย่างเช่น** จงหาความเร่งเฉลี่ยของเครื่องบินที่เริ่มต้นจากจุดหยุดนิ่งเวลา 0 วินาที และบินออกจากรันเวย์เมื่อเวลาผ่านไป 28 วินาที เครื่องบินมีความเร็วเป็น 246 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

$$\text{วิธีทำ } \vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

$$\text{ในที่นี้ } \Delta v = 246 - 0 = 246 \text{ กิโลเมตรต่อชั่วโมง} = \frac{246 \times 1000}{60 \times 60} = 70 \text{ เมตรต่อวินาที}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 28 - 0 = 28 \text{ วินาที}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } \vec{a}_{av} &= \frac{70 \text{ เมตรต่อวินาที}}{28 \text{ วินาที}} \\ &= 2.5 \text{ เมตรต่อวินาที}^2 \end{aligned}$$

ความเร่งเฉลี่ยของเครื่องบิน เท่ากับ 2.5 เมตรต่อวินาที<sup>2</sup>



## การเคลื่อนที่แนวตรง

การเคลื่อนที่แนวตรง หมายถึง การเคลื่อนที่ของวัตถุตามแนวเส้นตรง โดยไม่ออกจากแนวเส้นตรงของการเคลื่อนที่ หรือเรียกว่า การเคลื่อนที่ แบบ 1 มิติ ของวัตถุ เช่นการเคลื่อนที่ของรถไฟ การเคลื่อนที่ของผลไม้ที่ตกต้นลงสู่พื้น

การเคลื่อนที่แนวตรง แบ่งได้ 2 กรณี คือ การเคลื่อนที่แนวตรงตามแนวราบ และการเคลื่อนที่แนวตรงตามแนวตั้ง

### การบอกตำแหน่งของวัตถุสำหรับการเคลื่อนที่แนวตรง

ในการเคลื่อนที่ของวัตถุ ตำแหน่งของวัตถุจะมีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นจึงต้องมีการบอกตำแหน่งเพื่อความชัดเจน การบอกตำแหน่งของวัตถุจะต้องเทียบกับจุดอ้างอิง หรือตำแหน่งอ้างอิง

#### ระยะทาง(Distance)

ระยะทาง(Distance) คือ เส้นทาง หรือความยาวตามเส้นทางการเคลื่อนที่ จากตำแหน่งเริ่มต้นถึงตำแหน่งสุดท้าย ระยะทางใช้สัญลักษณ์ "S" เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็น เมตร(m)

#### การกระจัด(Displacement)

การกระจัด(Displacement) คือ ความยาวเส้นตรงที่เชื่อมโยงระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ การกระจัดใช้สัญลักษณ์  $\vec{S}$  เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตร(m)

ความแตกต่างของระยะทางกับการกระจัด คือ ระยะทางขึ้นอยู่กับเส้นทางการเคลื่อนที่ ส่วนการกระจัด ขึ้นอยู่กับตำแหน่งจุดเริ่มต้นและตำแหน่งสุดท้าย



## อัตราเร็วและความเร็ว

อัตราเร็ว (Speed) หมายถึง ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา ใช้สัญลักษณ์ คือ  $V$  เป็นปริมาณ สเกลาร์ มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที(m/s) อัตราเร็ว แบ่งเป็น 3 แบบคือ

1. อัตราเร็วเฉลี่ย ( $v_{av}$ )
2. อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง ( $v_t$ )
3. อัตราเร็วคงที่( $v$ )

1. **อัตราเร็วเฉลี่ย ( $v_{av}$ )** หมายถึง ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา (ในช่วงเวลาหนึ่งที่กำลังพิจารณาเท่านั้น)

$$v_{av} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \text{หรือ} \quad v_{av} = \frac{s}{t}$$

เมื่อ  $\Delta s, s$  คือ ระยะทางที่เคลื่อนที่

$\Delta t, t$  คือ ช่วงเวลา ที่ใช้ในการเคลื่อนที่

$v_{av}$  คือ อัตราเร็วเฉลี่ย

2. **อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง ( $v_t$ )** หมายถึง ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เมื่อช่วงเวลาที่เคลื่อนที่น้อยมากๆ ( $v_t$  เข้าใกล้ศูนย์)

หรืออัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง คือ อัตราเร็ว ณ เวลาใดเวลาหนึ่งหรือ อัตราเร็วที่จุดใดจุดหนึ่ง

$$v_{av} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \text{เมื่อ} \quad (\Delta t \rightarrow 0)$$

3. **อัตราเร็วคงที่ ( $v$ )** หมายถึง เป็นการบอกให้ทราบว่าวัตถุมีการเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอ ไม่ว่าจะพิจารณาในช่วงเวลาใดๆ

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

หมายเหตุ ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ อัตราเร็วเฉลี่ย อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง จะมีค่าเท่ากับอัตราเร็วคงที่นั้น

## ความเร็ว (Velocity)

ความเร็ว (Velocity) คืออัตราเปลี่ยนแปลงการกระจัดหรือการกระจัดที่เปลี่ยนแปลงไปในหนึ่งหน่วยเวลา

การกระจัด ( $\vec{v}$ ) เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที(m/s)

ความเร็วแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

1. ความเร็วเฉลี่ย ( $\vec{v}_{av}$ )
2. ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง ( $\vec{v}_t$ )
3. ความเร็วคงที่ ( $\vec{v}$ )

1. ความเร็วเฉลี่ย ( $\vec{v}_{av}$ ) หมายถึง การกระจัดของวัตถุที่เปลี่ยนไปในเวลาหนึ่งหน่วย (ในช่วงเวลาที่พิจารณา)

$$(\vec{v}_{av}) = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} \quad \text{หรือ } \Delta t \rightarrow 0$$

ทิศทางของ  $\vec{v}_{av}$  จะมีทิศทางเดียวกับ  $\Delta \vec{s}$  หรือ  $\vec{s}$  เสมอ

2. ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง ( $\vec{v}_t$ ) คือ ความเร็ว ณ เวลาใดเวลาหนึ่งหรือความเร็วที่จุดใดจุดหนึ่ง

หมายถึง การกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลาเมื่อช่วงเวลาที่เคลื่อนที่น้อยมากๆ ( $\Delta t$  เข้าใกล้ศูนย์)

$$(\vec{v}_{av}) = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} \quad \text{เมื่อ } (\Delta t \rightarrow 0)$$

3. ความเร็วคงที่ ( $\vec{v}$ ) คือ เป็นการบอกให้ทราบว่า วัตถุมีการเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนวตรงไม่ว่าจะพิจารณาเป็นช่วงเวลาใดๆ

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

วัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง พบว่า การกระจัดมีค่าเท่ากับระยะทาง ดังนั้นขนาดของความเร็วเฉลี่ย จะเท่ากับ อัตราเร็วเฉลี่ย





## การเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง

การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งภายใต้แรงดึงดูดของโลก คือ การเคลื่อนที่อย่างอิสระของวัตถุ โดยมีความเร่งคงที่เท่ากับความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก ( $g$ ) มีทิศพุ่งลงสู่จุดศูนย์กลางของโลก มีค่าโดยเฉลี่ยทั่วโลกถือเป็นค่ามาตรฐาน มีค่าเท่ากับ  $9.8065 \text{ m/s}^2$

### ลักษณะของการเคลื่อนที่มี 3 ลักษณะ

1. ปล่อยลงในแนวดิ่งด้วยความเร็วเท่ากับศูนย์ ( $u = 0$ )



2. ปล่อยลงในแนวดิ่งด้วยความเร็วต้น ( $u < 0$ )



3. ปล่อยขึ้นในแนวดิ่งด้วยความเร็วต้น ( $u > 0$ )



วัตถุตกอย่างอิสระ เป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ โดยวัตถุจะเคลื่อนที่ลงสู่พื้นโลกด้วยความเร่ง 9.8 เมตร/วินาที

การคำนวณตามสูตร

$\vec{v} = \vec{u} + \vec{a}t$	$\vec{a} = \vec{g}$	$\vec{v} = \vec{u} + \vec{g}t$
$\vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$		$\vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{g}t^2$
$v^2 = u^2 + 2\vec{a} \cdot \vec{s}$		$v^2 = u^2 + 2\vec{g} \cdot \vec{s}$

สมการสำหรับคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่ของวัตถุภายใต้แรงดึงดูดของโลก

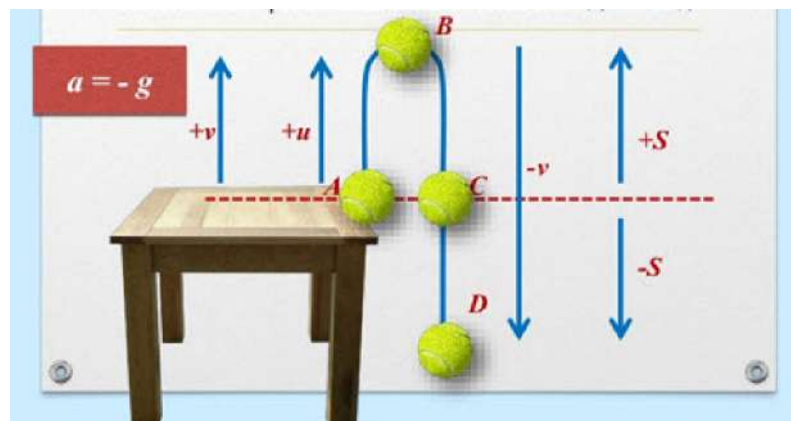
ดั่งภาพ

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\vec{v} = \vec{u} + \vec{g}t</math></li> <li>2. <math>\vec{s} = \left(\frac{\vec{v} + \vec{u}}{2}\right)t</math></li> <li>3. <math>\vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{g}t^2</math></li> <li>4. <math>v^2 = u^2 + 2\vec{g} \cdot \vec{s}</math></li> </ol>	<p>สมการ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>t</math> คือ ระยะเวลาที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่</li> <li>• <math>\vec{s}</math> คือ ระยะกระจัดของการเคลื่อนที่ที่วัตถุ</li> <li>• <math>\vec{g}</math> คือ ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก</li> <li>• <math>\vec{u}</math> คือ ความเร็วที่เวลาเริ่มต้น</li> <li>• <math>\vec{v}</math> คือ ความเร็วที่เวลาสุดท้าย</li> </ul>
---	--------------	--

เมื่อ  $a = g$  และทุกปริมาณเป็นบวกหมด เพราะมีทิศทางเดียวกัน

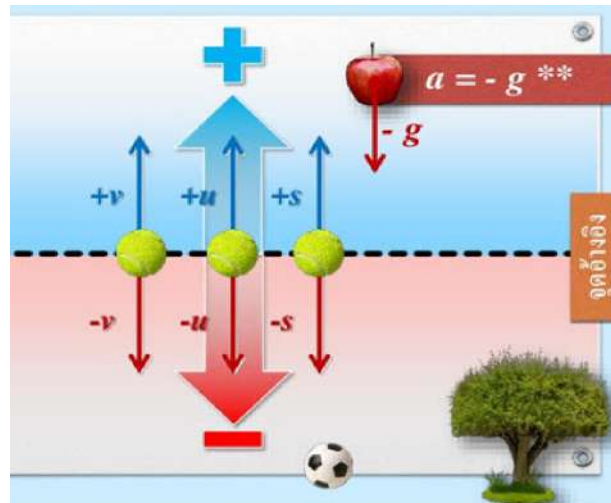
สมการสำหรับการคำนวณ วัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง แต่มี 2 ทิศทาง คือ ขึ้นและลง ดังนั้น ปริมาณเวกเตอร์ต่างๆ ต้องกำหนดทิศทางโดยใช้เครื่องหมาย บวก (+) และ ลบ (-)

ดั่งภาพ



เงื่อนไขการกำหนดทิศทางของปริมาณต่าง ๆ

ดั่งภาพ



## การหาความเร็วและอัตราเร็วการเคลื่อนที่ในแนวตรง

การเคลื่อนที่ในแนวตรง ระยะทางและการกระจัดจะมีค่าเท่ากัน แต่การกระจัดต้องมีทิศทาง การเคลื่อนที่กำกับด้วยและเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้นการกระจัดในหนึ่งหน่วยเวลา คือ ความเร็ว และมีหน่วยเป็น เมตร/วินาที สำหรับความเร็วของรถยนต์ที่เคลื่อนที่ ความเร็วจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังนั้นจึงนิยมบอกความเร็วของรถยนต์เป็นความเร็วเฉลี่ย

$$\text{ความเร็ว} = \frac{\text{การกระจัด}}{\text{เวลาที่ใช้ในช่วงนั้น}}$$

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{T}$$

ตัวอย่าง รถยนต์คันหนึ่งวิ่งได้ระยะทาง 840 เมตรในเวลา 60 วินาที รถยนต์มีอัตราเร็วเฉลี่ยเป็นเท่าใด และความเร็วเฉลี่ยเป็นเท่าใด

วิธีทำ

1. หาอัตราความเร็ว

$$\text{อัตราเร็ว (V)} = \frac{\text{ระยะทาง (S)}}{\text{เวลา}}$$

$$= \frac{840}{60}$$

$$= 14 \text{ เมตร/วินาที}$$

$$\text{อัตราเร็ว} = 14 \text{ เมตร/วินาที}$$

2. หาความเร็ว

$$\text{ความเร็ว (V)} = \frac{\text{การกระจัด (S)}}{\text{เวลา}}$$

$$= \frac{840}{60}$$

$$= 14 \text{ เมตร/วินาที}$$

$$\text{ความเร็ว} = 14 \text{ เมตร/วินาที}$$



## ความเร่ง

**ความเร่ง (Acceleration)** คือ การเคลื่อนที่ซึ่งขนาดหรือทิศทางของความเร็วมีการเปลี่ยนแปลง เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบมีความเร่ง

ความเร่ง  $\vec{a}$  เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที<sup>2</sup> (m/s<sup>2</sup>)

ความเร่ง หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็ว หรือ ความเร็วที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา

### ความเร่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท

1. ความเร่งเฉลี่ย ( $\vec{a}_{av}$ ) คือ ความเร็วที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลา ที่พิจารณาเท่านั้น
2. ความเร่งขณะใดขณะหนึ่ง ( $\vec{a}_t$ ) คือ ความเร่ง ณ จุดใดจุดหนึ่งพิจารณาในช่วงเวลาที่สั้นมาก ๆ
3. ความเร่งคงที่ ( $\vec{a}$ ) คือ ความเร่งที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วอย่างสม่ำเสมอ

### หาค่าความเร่งได้จาก

#### ดั่งภาพ

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{u}}{t_2 - t_1} \text{ หรือ } \vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

เมื่อ  $\vec{u}, \vec{v}$  คือ ความเร็วที่เวลาเริ่มต้น และที่เวลาสุดท้ายตามลำดับ  
 $\Delta t$  คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนความเร็วจาก  $\vec{u}$  เป็น  $\vec{v}$

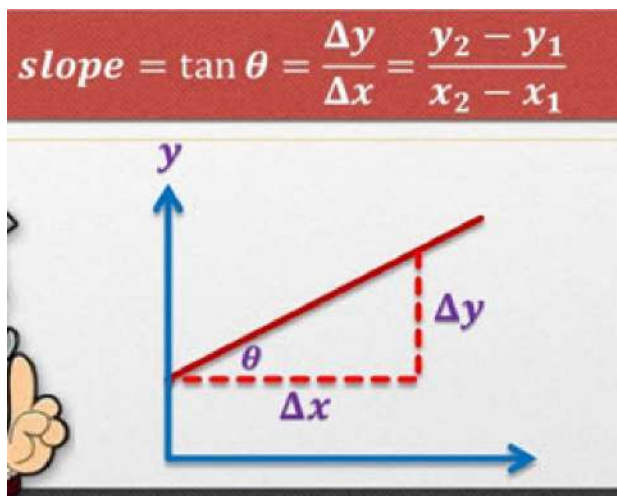
### ข้อสังเกต

1. ทิศทางของความเร่ง จะอยู่ในทิศทางเดียวกับความเร็วที่เปลี่ยนไปเสมอ
2. เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ ค่าความเร่งเฉลี่ยและค่าความเร่งขณะใดขณะหนึ่งจะมีค่าเท่ากับ ความเร่งคงที่ นั้น
3. เมื่อวัตถุมีความเร็วลดลง เราจะได้ว่า ความเร่งมีค่าเป็นลบ หรือความเร่งมีทิศทางตรงข้ามการเคลื่อนที่ บางครั้งเรียกว่า ความเร่ง ที่มีค่าเป็นลบ (-) ว่า **ความหน่วง**

ความสัมพันธ์ของปริมาณและการเคลื่อนที่

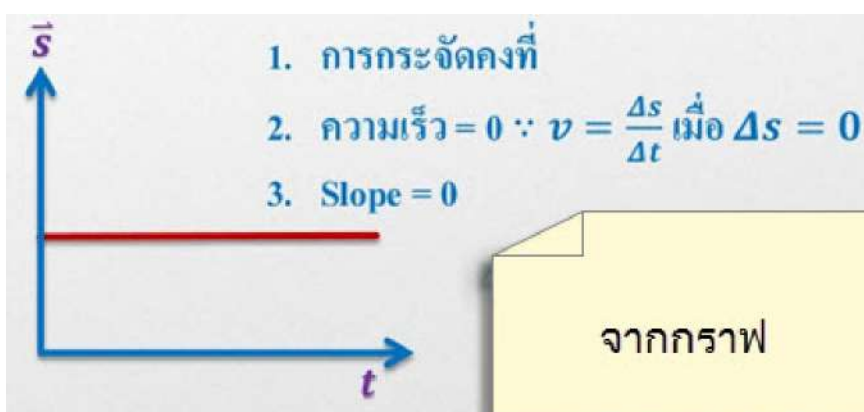
การหาค่าความชัน หรือ slope ของกราฟเส้นตรงหาได้จาก

ดั่งภาพ



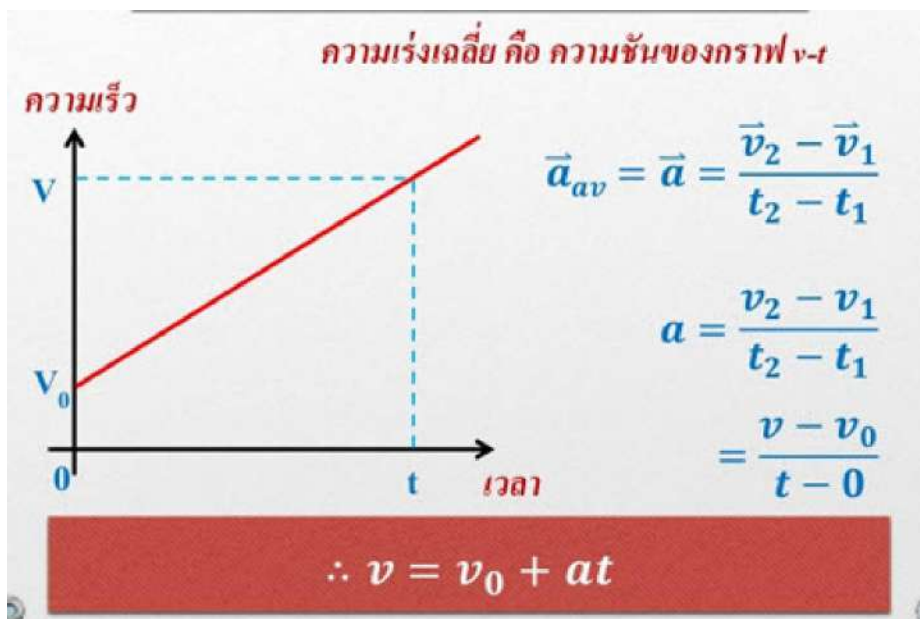
ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดกับเวลา

ดั่งภาพ



การเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่

ดั่งภาพ



สมการสำหรับคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงที่

ดั่งภาพ

1.  $\vec{v} = \vec{u} + \vec{a}t$
2.  $\vec{s} = \left(\frac{\vec{v} + \vec{u}}{2}\right)t$
3.  $\vec{s} = \vec{u}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$
4.  $\vec{v}^2 = \vec{u}^2 + 2\vec{a} \cdot \vec{s}$

- $t$  คือ ระยะเวลาที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่
- $\vec{s}$  คือ ระยะกระจัดของการเคลื่อนที่ที่วัตถุ
- $\vec{a}$  คือ ความเร่งของการเคลื่อนที่วัตถุ
- $\vec{u}$  คือ ความเร็วที่เวลาเริ่มต้น
- $\vec{v}$  คือ ความเร็วที่เวลาสุดท้าย

สมการ



### เรื่องที่ 3 การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

#### 1. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ หรือการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เป็นการเคลื่อนที่ 2 มิติ คือ มีการเคลื่อนที่ในแนวระดับ และแนวตั้งพร้อมกันและเป็นอิสระต่อกัน รูปร่างการเคลื่อนที่เป็นรูปพาราโบลา อัตราเร็วในแนวราบมักจะคงที่ เพราะไม่มีแรงกระทำในแนวราบ อัตราเร็วในแนวตั้งเปลี่ยนไปตามความเร่ง เนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก ตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ที่เห็นในชีวิตประจำวัน เช่น การโยนรับถังปูนของช่างก่อสร้าง การโยนผลแตงโมของคนขาย การเล่นบาสเก็ตบอล เทนนิส ทุ่มน้ำหนัก ขว้างวัตถุ เป็นต้น



ตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของวัตถุ

#### 2. การเคลื่อนที่ของรถยนต์ตามถนนโค้ง

ขณะที่รถยนต์กำลังเลี้ยวทางโค้ง แรงเข้าสู่ศูนย์กลางทำให้รถเลี้ยวโค้งได้ คือ แรงเสียดทานที่เกิดจากพื้นถนนกับด้านล่างของยาง อัตราเร่งของรถยนต์จะมีทิศทางพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลาง และมีทิศตั้งฉากกับทิศของอัตราเร็วของรถยนต์ ความเร่งนี้เกิดจากแรงเสียดทานระหว่างล้อรถยนต์

#### การยกขอบถนนเพื่อช่วยในการเคลื่อนที่

เพื่อเป็นการช่วยให้รถเคลื่อนที่เข้าสู่ทางโค้ง สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยอัตราเร็วสูงขึ้น จึงนิยมยกขอบถนนให้สูงขึ้นเพื่อเพิ่มแรงในทิศเข้าสู่ศูนย์กลางความโค้ง

การเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ จะมีลักษณะเฉพาะคือ เป็นการเคลื่อนที่ที่วัตถุจะเคลื่อนที่กลับมาซ้ำทางเดิมเสมอ ช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ เรียกว่า คาบ (period)



มีหน่วยเป็นวินาที และจำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในแนว 1 หน่วยเวลาเรียกว่า ความถี่ (frequency) ซึ่งมีหน่วยเป็นรอบต่อวินาทีหรือเฮิรตซ์

### 3. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

คือการเคลื่อนที่แบบกลับไปกลับมาซ้ำรอบเดิม โดยไม่มีการสูญเสียพลังงาน หัวใจสำคัญคือ ความเร่งมีทิศตรงกันข้ามกับการกระจัด ตัวอย่าง เช่น บอลติดปลายสปริง การแกว่งของลูกตุ้ม การแกว่งชิงช้า

จำนวนครั้งที่เคลื่อนที่กลับไปมาต่อวินาที เรียกว่า ความถี่ มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ เรียกคาบ ซึ่งมีหน่วยเป็นวินาที การแกว่งของลูกตุ้มขึ้นอยู่กับความยาวของเส้นเชือกกับความเร่งเนื่องจาก แรงดึงดูดของโลก

## พลังงานเสียง

### เรื่องที่ 1 การเกิดเสียง

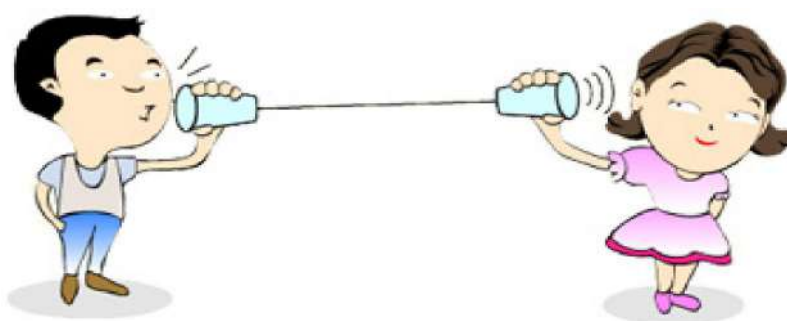
1. พลังงานเสียง (sound energy) เป็นพลังงานรูปหนึ่งไม่มีตัวตน ไม่สามารถมองเห็นได้ เกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ เสียงจะเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดของเสียงทุกทิศทาง โดยเดินทางผ่านตัวกลาง 3 ชนิด คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ไปยังอวัยวะรับเสียงคือ หู (ear)

เสียงที่เราได้ยินนั้นมาจากวัตถุต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา วัตถุที่ทำให้เกิดเสียงเรียกว่า แหล่งกำเนิดเสียง เสียงที่ได้ยินมีทั้งเสียงดัง เสียงเบา เสียงเกิดขึ้นเมื่อวัตถุที่เป็นแหล่งกำเนิดเสียงสั่น เช่น ลำโพงสั่น เส้นเสียงในลำคอสั่นทำให้เราออกเสียงได้

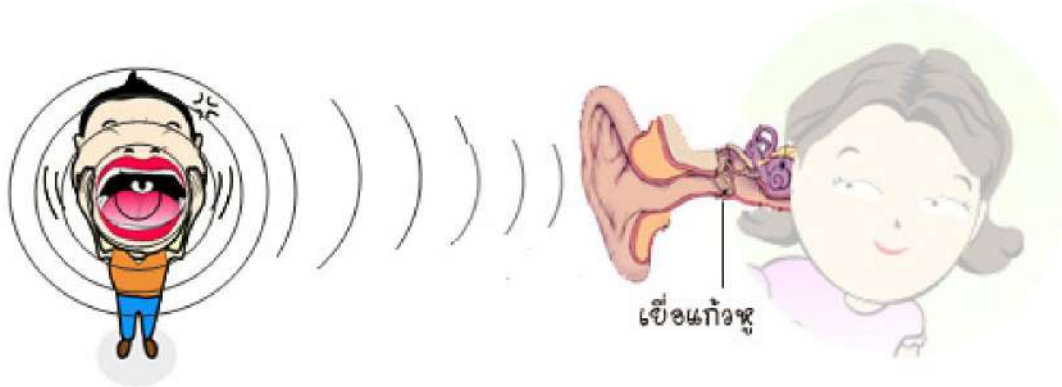
### 2. ตัวกลางของเสียง

เสียงเดินทางได้ในตัวกลางนำเสียงที่เป็น ของแข็ง ของเหลว และก๊าซได้ต่างกัน คือ เสียงเดินทางในของแข็งได้ดีกว่าของเหลวและก๊าซ และเสียงเดินทางในของเหลวได้ดีกว่าก๊าซ

ดังนั้น เสียงต้องอาศัยตัวกลางเพื่อส่งพลังงานจากตัวสั่นไปยังเยื่อแก้วหูและส่งพลังงานผ่านไปยังสมองทำให้ได้ยินเสียง เราจึงต้องระมัดระวังอันตรายที่เกิดจากเยื่อแก้วหู



การที่เราได้ยินเสียงนั้น มีองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ แหล่งกำเนิดเสียง ตัวกลางของเสียง และอวัยวะรับเสียง



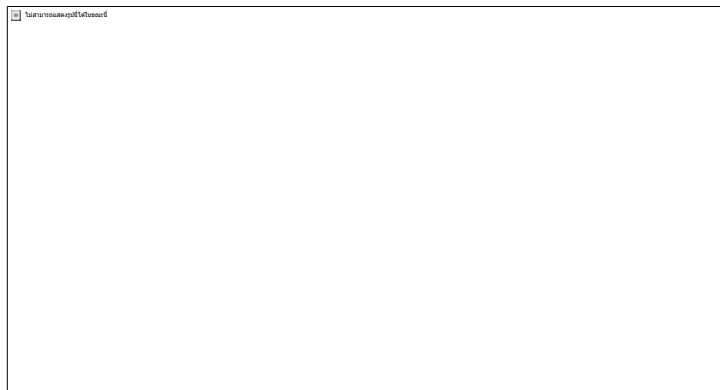
## เรื่องที่ 2 สมบัติของเสียง

### สมบัติของเสียง

เสียงเป็นคลื่นตามยาว เนื่องจากเสียงมีลักษณะเป็นคลื่นจึงมีสมบัติเหมือนคลื่นทุกประการคือ มีสมบัติทั้ง 4 ประการคือ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน

#### 1.การสะท้อนของเสียง

เสียงมีการสะท้อนเหมือนกับคลื่น โดยที่เมื่อเสียงเคลื่อนที่จากตัวกลางจะมีการสะท้อนของคลื่นเสียงเกิดขึ้น



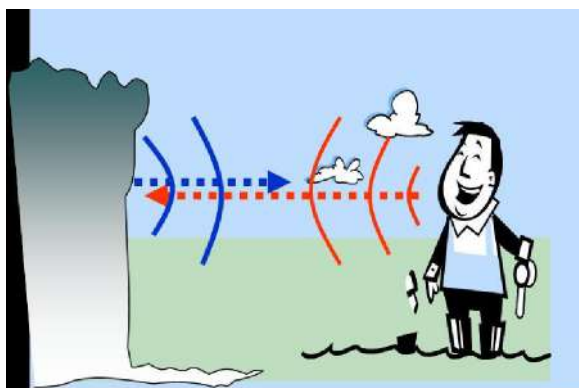
## กฎการสะท้อน

1. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน
2. ทิศทางของคลื่นตกกระทบ เส้นแนวฉากและทิศทางการสะท้อนอยู่ในระนาบเดียวกัน

### เงื่อนไขการเกิดการสะท้อน

1. คลื่นเสียงซึ่งเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มี **ความหนาแน่นน้อย** ไปสู่ตัวกลางที่มี **ความหนาแน่นมาก** เช่น คลื่นเสียงเคลื่อนที่ในอากาศไปชนผิวสะท้อนที่เป็นของแข็ง คลื่นเสียงจะเกิดการสะท้อนโดยคลื่นสะท้อนจะมีเฟสเปลี่ยนไป  $180^{\circ}$  คล้ายกับการสะท้อนของคลื่นในเส้นเชือกที่ปลายตรึง
2. คลื่นเสียงซึ่งเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มี **ความหนาแน่นมาก** ไปสู่ตัวกลางที่มี **ความหนาแน่นน้อย** เช่น การเดินทางของคลื่นเสียงจากน้ำไปยังอากาศ เนื่องจากอากาศมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ คลื่นที่สะท้อนกลับมาในน้ำจะมีเฟสเหมือนเดิม ซึ่งคล้ายกับการสะท้อนของคลื่นในเส้นเชือกปลายอิสระ

นอกจากนี้ ขนาดของห้องก็ยังมีผลต่อเสียงสะท้อนที่เกิดขึ้น หากห้องมีด้านกว้าง ยาว หรือสูง ไม่เกิน 17 เมตร จะทำให้ได้รับฟังเสียงที่ไพเราะจากการชมภาพยนตร์ หรือ ฟังเพลง ห้องที่มีขนาดของห้องด้านใดด้านหนึ่งมากกว่า 17 เมตร (โดยไม่มีการออกแบบใดๆ ช่วยในการลดเสียงสะท้อน) จะก่อให้เกิด "เสียงก้อง" หรือที่เราเรียกว่า เสียง echo นั่นเอง



## ปรากฏการณ์การสะท้อนของคลื่นเสียง

1. เสียงก้อง (Echo) คือการสะท้อนของเสียงกลับ ซึ่งสามารถรับฟังได้ เมื่ออยู่ห่างตัวกลางที่ทำให้เกิดการสะท้อนของเสียงมากกว่า 17 เมตร เพราะหูของคนเราจะสามารถแยกเสียงครั้งที่ 1 และ 2 ได้เมื่อเสียงนั้น ห่างกันอย่างน้อย 0.1 วินาที

เราสามารถนำความรู้เกี่ยวกับอัตราเร็วเสียงการสะท้อนของเสียงมาใช้ประโยชน์ในการคำนวณหาระยะทาง

ได้จากสมการ

$$S = Vt$$

โดยที่

$S$  = ระยะทาง

มีหน่วยเป็นเมตร

$V$  = ความเร็ว

มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที

$t$  = เวลา

มีหน่วยเป็นวินาที

### ตัวอย่างการคำนวณหาระยะทางของเสียง

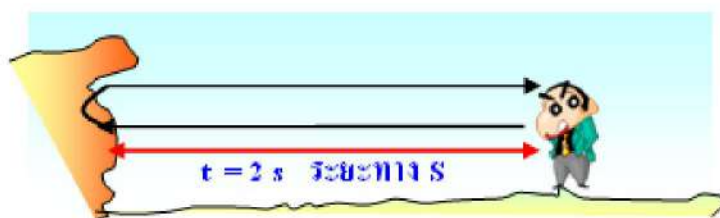
ชายคนหนึ่งตะโกนในหุบเขาได้ยินเสียงสะท้อนกลับมาในเวลา 4 วินาที ขณะนั้น อุณหภูมิของอากาศ 15 องศาเซลเซียส จงหาว่าเสียงเดินทางเป็นระยะทางเท่าไร

#### วิเคราะห์

เสียงเดินทางไป - กลับ ใช้เวลา 4 วินาที

เสียงเดินทางเที่ยวเดียวใช้เวลาเพียงครึ่งหนึ่ง เวลา = 2 วินาที

อัตราเร็วของเสียงในอากาศ เมื่ออุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส



### วิธีทำ

อัตราเร็วของเสียงในอากาศใช้สูตร  $Vt = 331 + 0.6 t$  ( $t$ =อุณหภูมิ)

แทนค่า  $Vt$  (เวลา) =  $331 + 0.6 t$  (อุณหภูมิ)

$$Vt = 331 + 0.6 \times 15$$

$$= 331 + 9$$

$$= 340 \text{ เมตรต่อวินาที (m/s)}$$

หาระยะทางที่เสียงเดินทางเที่ยวเดียว , เวลา ( $t$ ) = 2 วินาที

จากสมการ  $S = Vt$

แทนค่า  $S = 340 \times 2$

$$S = 680 \text{ เมตร}$$

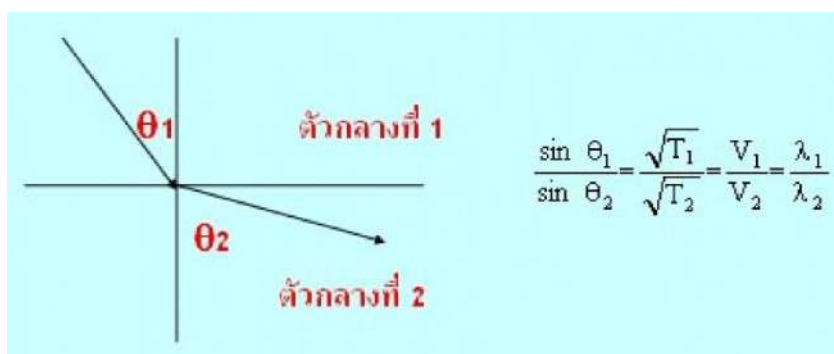
ตอบ ระยะทาง 680 เมตร

## 2. การหักเหของเสียง

การหักเหของคลื่นเสียง คือ การเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงเมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปอีกตัวกลางหนึ่งที่มีความหนาแน่นต่างกัน

หลักการนี้ใช้อธิบายเกี่ยวกับการเห็นฟ้าแลบแต่ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้องได้ เพราะเมื่อเกิดฟ้าแลบเกิดเสียง แต่อากาศใกล้พื้นดินอุณหภูมิสูงกว่าอากาศเบื้องบน การเคลื่อนที่ของเสียงเคลื่อนที่ได้ในอัตราที่ต่างกัน คือ เคลื่อนที่ในอากาศที่มีอุณหภูมิสูงได้เร็วกว่าในอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ ดังนั้นการเคลื่อนที่ของเสียงจึงเบนขึ้นที่ละน้อยๆ จนข้ามหัวเราไปจึงทำให้ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง

การหักเหของคลื่นเสียงเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน หรืออุณหภูมิต่างกัน จะเป็นไปตามกฎการหักเหของ สเนลล์ (Snell's law) คือ



เมื่อ  $\theta_1$  คือ มุมตกกระทบ  $\theta_1$  อ่านว่า เซต้า<sub>1</sub> มุมตกกระทบ)

$\theta_2$  คือ มุมหักเห ( $\theta_2$  อ่านว่า เซต้า<sub>2</sub> มุมหักเห)

$\lambda_1, \lambda_2$  คือ ความยาวคลื่นเสียงในบริเวณที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

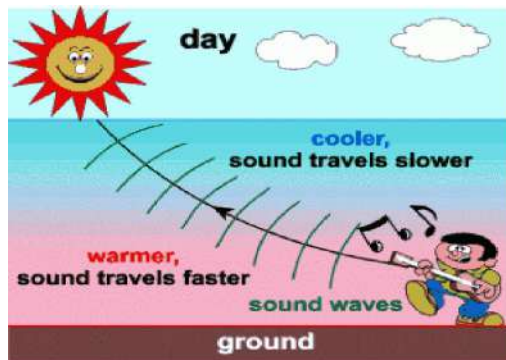
( $\lambda_1, \lambda_2$  อ่านว่า แลมบ์ดา<sub>1</sub> มุมตกกระทบ, แลมบ์ดา<sub>2</sub> มุมหักเห)

$v_1, v_2$  คือ อัตราเร็วคลื่นเสียงในบริเวณที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

$T_1, T_2$  คือ อุณหภูมิของอากาศในบริเวณที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

การหักเหของเสียงเมื่อคลื่นเสียงเดินทางในอากาศจากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำไปสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิสูง คลื่นเสียงจะเบนออกจากเส้นปกติ ( $\theta_1 < \theta_2$ ) และเมื่อเสียงเดินทางจากในอากาศจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ คลื่นเสียงจะเบนเข้าหาเส้นปกติ ( $\theta_1 > \theta_2$ )

ตอนกลางวันอากาศเหนือพื้นดินจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศบริเวณด้านบน เสียงจะหักเหขึ้นสู่อากาศ ดังรูป



รูป

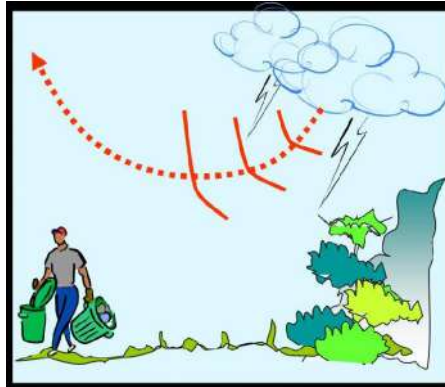
ส่วนตอนกลางคืนด้านบน เสียงจะหักเหลงสู่พื้น

ต่ำกว่าอากาศบริเวณ



รูปแสดงการหักเหของเสียงตอนกลางคืน

สำหรับกรณีที่เกิดฟ้าแลบแต่เราไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้องนั้น เป็นเพราะว่าในขณะที่เกิดฟ้าแลบ ถ้าอากาศเบื้องบนมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศด้านล่าง ทำให้ทิศทางของเสียงจากฟ้าร้องนั้นเบนออกจากเส้นแนวฉาก และเมื่อมุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤต(ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ในเรื่องการสะท้อนกลับหมดของคลื่น) จะทำให้คลื่นเสียงเกิดการสะท้อนกลับหมดไปยังอากาศเบื้องบน เราจึงไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง



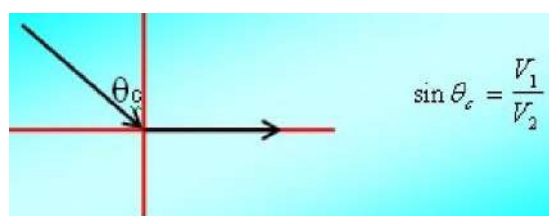
รูปแสดงการหักเหของเสียงทำให้ไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้อง

**มุมวิกฤต (Critical Angle) และการสะท้อนกลับหมดของเสียง (Total Reflection)** เมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำไปสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะเกิดมุมหักเห  $\theta_2 > \theta_1$  เสมอ ถ้ามุม  $\theta_1$  โตจนกระทั่งทำให้มุมหักเห  $\theta_2$  เท่ากับ 90 องศาพอดี เราจะเรียกมุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหเป็น 90 องศา ว่า “**มุมวิกฤต (Critical Angle,  $\theta_c$ )**”

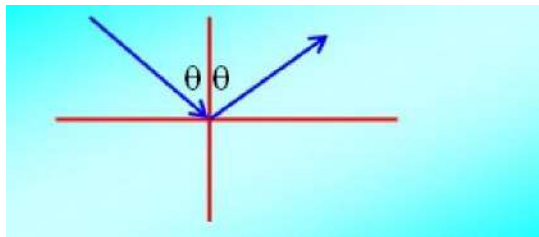
ถ้ามุมตกกระทบมีค่ามากกว่ามุมวิกฤตจะไม่เกิดการหักเหต่อไปอีก จะมีแต่การสะท้อนกลับอย่างเดียวเท่านั้น เราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “**การสะท้อนกลับหมด (Total reflection)**”

**หมายเหตุ :** มุมวิกฤตจะเกิดจากบริเวณที่มีความหนาแน่นสูง ( $T_{ต่ำ}$ ) ไปยังบริเวณที่มีความหนาแน่นต่ำ ( $T_{สูง}$ ) เท่านั้น

**สรุปคือ** เกิดเมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่จาก  $T_{ต่ำ} \Rightarrow T_{สูง}$  เท่านั้น



ถ้ามุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤต คลื่นเสียงจะไม่หักเหแต่ จะสะท้อนกลับหมด



### ตัวอย่างการคำนวณ

คลื่นเสียงหนึ่งในอากาศวิ่งจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง  $T_1$  เข้าสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า  $T_2$  โดยมุมตกกระทบเท่ากับ  $\theta_1$  และมุมหักเหเท่ากับ  $\theta_2$  ให้หาค่าของอัตราส่วนระหว่าง  $\sin \theta_1$  กับ  $\sin \theta_2$  กำหนดว่า  $T_1 = 1.0201 T_2$  เคลวิน

**วิธีทำ** โจทย์กำหนดให้  $T_1 = 1.0201 T_2$  เคลวิน

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \sqrt{\frac{1.0201 T_2}{T_2}}$$

$$= \sqrt{1.0201}$$

$$\underline{\text{ตอบ}} = 1.01$$

### 3. การแทรกสอด

คือ ปรากฏการณ์ที่คลื่นเสียง 2 ขบวนเคลื่อนที่เข้ามาในตัวกลางเดียวกันเกิดการรวมคลื่นกันขึ้นทำให้เกิดการเสริมกันและหักล้างกัน



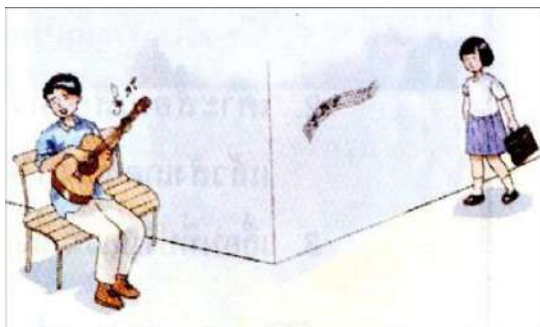


เมื่อมีคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิด 2 แหล่งเคลื่อนที่ไปพบกันจะทำให้เกิดการรวมกันของคลื่นเป็นคลื่นลัพธ์ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ รวมกันแบบเสริมกันหรือหักล้างกัน ตำแหน่งที่คลื่นรวมกันแบบเสริมกันเรียกว่า ปฏิบัพ (Antinode) ซึ่งตำแหน่งนี้เสียงจะดัง และตำแหน่งที่คลื่นรวมกันแบบหักล้างกัน เรียกว่า บัพ (Node) ซึ่งตำแหน่งนี้เสียงจะเบา

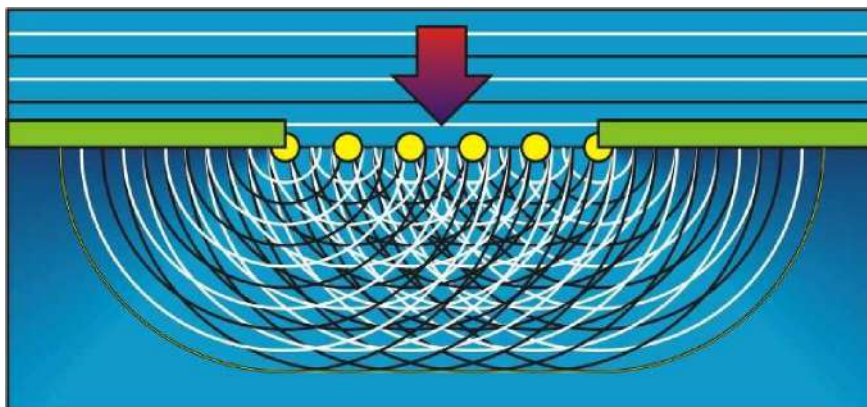
การรวมคลื่นเสียงแบบหักล้างทำให้เสียงเบาลงหรือไม่ได้ยินเลยเป็นหลักการสำคัญของเทคโนโลยีการลดเสียงรบกวน ที่ครอบหูป้องกันเสียงดังของนักบินสร้างคลื่นเสียงที่เหมือนกับภาพสะท้อนของเสียงออกมาเพื่อหักล้างเสียงรบกวน จนทำให้นักบินในห้องเครื่องปลอดภัยจากเสียงรบกวน และการออกแบบท่อไอเสียรถยนต์ให้หักล้างกับเสียงจากท่อระบายอากาศในเครื่องยนต์ได้ท่อไอเสียที่แบบเก็บเสียง

#### 4. การเลี้ยวเบน

คือการที่คลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวางแล้วสามารถเคลื่อนที่อ้อมหลังสิ่งกีดขวางได้อธิบายได้โดยใช้หลักของฮอยเกนส์



หลักของฮอยเกนส์ กล่าวว่า “ทุก ๆ จุดบนหน้าคลื่นเสียงเดียวกัน อาจถือว่าเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นชุดใหม่ ที่แผ่ออกไปทุกทิศทางด้วยอัตราเร็วเท่าเดิม



ตัวอย่างเช่น ถ้าห้องสองห้องนั้นเชื่อมต่อกันด้วยทางเดิน และมีการกำเนิดเสียงที่มุมหนึ่งของห้องหนึ่ง ผู้ที่อยู่ในอีกห้องหนึ่งจะสามารถได้ยินเสียงนี้ ราวกับว่าเสียงนี้มีจุดกำเนิดอยู่ที่ทางเดิน ซึ่งในความเป็นจริงการสั่นไหวของอากาศที่ทางเดินนี้เป็นแหล่งกำเนิดเสียงนั่นเอง



### เรื่องที่ 3 ประโยชน์ของพลังงานเสียง

หากใช้เกณฑ์การได้ยินเสียงของมนุษย์ เราก็อาจจำแนกคลื่นเสียงออกได้เป็น 3 จำพวกด้วยกัน คือ

**1. คลื่นเสียงที่มนุษย์ได้ยิน (Audible waves)** ซึ่งโดยปกติแล้วความถี่ของเสียงที่มนุษย์ได้ยินนั้นมีค่าตั้งแต่ 20 ถึง 20,000 เฮิรตซ์ อันเป็นเสียงจากเครื่องดนตรี เสียงพูดคุยของมนุษย์ หรือเสียงจากลำโพง เป็นต้น

**2. คลื่นใต้เสียง (Infrasonic waves)** เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่าความถี่เสียงที่มนุษย์ได้ยิน ในธรรมชาติช้างใช้เสียงในระดับ infrasonic นี้ ในการสื่อสารกับช้างตัวอื่นๆ ซึ่งอยู่ไกลออกไปหลายกิโลเมตร และแน่นอนมนุษย์เราไม่สามารถได้ยินเสียงของช้าง เมื่อช้างสื่อสารกันด้วยความถี่เสียงระดับนี้

**3. คลื่นเหนือเสียง (Ultrasonic waves)** เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่าความถี่เสียงที่มนุษย์ได้ยิน ตัวอย่างของอุปกรณ์ที่ผลิตคลื่นเสียงความถี่สูงระดับนี้ ได้แก่ นกหวีดไร้เสียงที่ใช้เป่าเรียกสุนัขหรือแมว (silent whistle)

นอกจากนี้ คลื่นเสียง Ultrasonic ยังถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย อาทิเช่น การใช้หาฝูงปลาของเรือประมง หรือการใช้ในทางการแพทย์เพื่อสร้างภาพของทารกที่อยู่ในครรภ์และนอกจากเราจะใช้เสียงในการสื่อสารระหว่างมนุษย์ด้วยกันและกับสัตว์อื่น ๆ ยังมีการประยุกต์เอาเสียงไปใช้ในลักษณะต่างๆมากมาย เช่น

#### 1. เสียงด้านวิศวกรรมและอุตสาหกรรม

วิศวกรใช้คลื่นเหนือเสียงในการตรวจสอบรอยร้าวหรือรอยตำหนิในโลหะ แก้วหรือเซรามิก โดยการส่งคลื่นเสียงที่มีความถี่ในช่วง 500 กิโลเฮิรตซ์ ถึง 15 เมกะเฮิรตซ์ ผ่านเข้าไปใน

ชิ้นงานที่ต้องการตรวจสอบ แล้ววิเคราะห์ลักษณะของคลื่นสะท้อน หรือวิเคราะห์ลักษณะคลื่นที่รบกวนในคลื่นที่ผ่านออกไป วิธีนี้นอกจากจะใช้ตรวจสอบชิ้นงานประเภทโลหะหล่อหรือเซรามิกแล้วยังถูกนำไปใช้ตรวจสอบยางรถยนต์ที่ผลิตใหม่ด้วย เครื่องมือวัดความหนาของแผ่นโลหะหรือวัสดุ ที่มีความแข็งอื่นๆ สามารถทำได้โดยใช้คลื่นเหนือเสียง แม้คลื่นจะไม่สามารถทะลุถึงอีกด้านหนึ่ง ของผิวหน้าแผ่นโลหะนั้นได้ก็ตาม เช่น การตรวจสอบความหนาของหม้อต้มน้ำ ความดันสูงสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น คลื่นเหนือเสียงพลังงานสูงยังถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางในการทำความสะอาดผิวของเครื่องใช้ขนาดเล็ก เช่น ชิ้นส่วนในนาฬิกาข้อมือและแว่นตา เป็นต้น เพื่อให้อนุภาคสกปรกที่จับเกาะผิวสั่นด้วยพลังงานของคลื่นเหนือเสียง เพราะความถี่ธรรมชาติ ของอนุภาคสกปรกตรงกันกับความถี่ธรรมชาติคลื่นเหนือเสียง คลื่นจึงทำให้อนุภาคสกปรกเหล่านั้นหลุดจากผิวโลหะไปลอยปะปนไปในของเหลวที่โลหะแช่อยู่

## 2. ด้านการแพทย์

การใช้เสียงย่านความถี่อัลตราโซนิก(เกิน 20,000 Hz) ในการตรวจวินิจฉัยทางการแพทย์ โดยอาศัยหลักการส่งคลื่นเข้าไปกระทบกับอวัยวะภายใน แล้วอาศัยคุณสมบัติการสะท้อนของเสียงออกมา แล้วไปแปลงสัญญาณด้วยคอมพิวเตอร์เป็นภาพให้เห็นได้เช่น การตรวจหาเนื้องอกในร่างกาย ตรวจลักษณะความสมบูรณ์และเพศของทารกในครรภ์

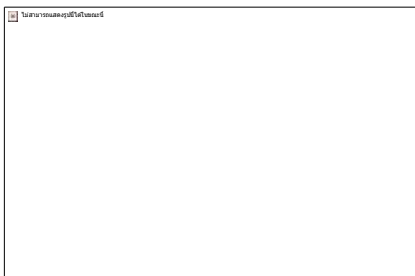


### การตรวจหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Echocardiography)

เป็นการตรวจหัวใจโดยใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงทำงานโดยอาศัยหลักการส่งคลื่นเสียงความถี่สูงซึ่งส่งออกมาจากผลึกแร่ชนิดพิเศษ และเมื่อรับสัญญาณคลื่นเสียงที่ส่งออกไปนำมาแปรสัญญาณเป็นภาพขึ้นจะทำให้สามารถเห็นการทำงานของหัวใจขณะกำลังบีบตัวและคลายตัวโดยการใช้เทคโนโลยีอันทันสมัย ทำให้เราสามารถเห็นการไหลเวียนของเลือดผ่านช่องหัวใจห้องต่างๆเป็นภาพสี และเห็นการทำงานของ ปิด-เปิด ของลิ้นหัวใจทั้งสิ้นได้

### 3. ด้านการประมงและสำรวจใต้น้ำ

ส่งคลื่นเสียง ลงไปใต้น้ำเพื่อการตรวจหาฝูงปลา และสิ่งแปลกปลอมกีดขวางภายใต้ทะเลลึกและการวัดความลึกของท้องทะเลโดยใช้หลักการของการสะท้อนเสียง ซึ่งเรียกกันว่า "ระบบโซนาร์"



### เรื่องที่ 4 อันตรายจากเสียง

เสียงที่เราได้ยินทุกวันนี้ ช่วยให้เราดำเนินกิจกรรมและแสวงหาความเพลิดเพลินในชีวิต เสียงที่เกิดขึ้นก่อให้เกิดเสียงในระดับต่าง ๆ กัน อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้

แหล่งกำเนิดเสียงที่สำคัญ	
ระดับเสียง (เดซิเบลเอ)*	แหล่งกำเนิดเสียง
30	เสียงกระซิบ
50	เสียงพิมพ์ดีด
60	เสียงสนทนาทั่วไป
70	-
80	เสียงจราจรตามปกติ
90	-
100	เสียงชุดเจาะถนน
120	เสียงค้อน เครื่องปั๊มโลหะ
140	เสียงเครื่องบินขึ้น

**เดซิเบลเอ dB(A)** คือ สเกลของเครื่องวัดเสียงที่สร้างเลียนแบบลักษณะการทำงานของหูมนุษย์ โดยจะกรองเอาความถี่ต่ำ และความถี่สูงของเสียงที่เกินกว่ามนุษย์จะได้ยินออกไป

เสียงที่เป็นอันตราย องค์การอนามัยโลกกำหนดว่า เสียงที่เป็นอันตราย หมายถึงเสียงที่ดังเกิน 85 เดซิเบลเอที่ทุกความถี่ ส่วนใหญ่พบว่าโรงงานอุตสาหกรรมมีระดับเสียงที่ดังเกินมากกว่า 85 เดซิเบลเอ เป็นจำนวนมากซึ่งสามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพทางกายและจิตใจ

**เสียงรบกวน** หมายถึง ระดับเสียงที่ผู้ฟังไม่ต้องการจะได้ยินเพราะสามารถกระทบต่ออารมณ์ความรู้สึก ได้แม้จะไม่เกินเกณฑ์ที่เป็นอันตราย แต่ก็ยังเป็นเสียงรบกวนที่มีผลต่อผู้ฟังได้ การใช้ความรู้สึกวัดได้ยาก ว่าเป็นเสียงรบกวนหรือไม่เช่น เสียงดนตรีที่ดังมากในสถานที่เต้นรำ ไม่ทำให้ผู้ที่เข้าไปเที่ยวรู้สึกว่ารบกวน แต่ในสถานที่ต้องการความสงบ เช่น ห้องสมุด เสียงพูดคุยตามปกติที่มีความดัง ประมาณ 60 เดซิเบลเอ ก็ถือว่าเป็นเสียงรบกวนได้

#### **ผลเสียของเสียงที่มีต่อสภาพร่างกายและจิตใจ**

1. ทำให้เกิดความรำคาญ รู้สึกหงุดหงิดไม่สบายใจ เกิดความเครียดทางประสาท
2. รบกวนต่อการพักผ่อนนอนหลับ และการติดต่อสื่อสาร
3. ทำให้ขาดสมาธิ ประสิทธิภาพการทำงานลดลง และถ้าเสียงดังมากอาจทำให้ทำงานผิดพลาด หรือเซื่องช้าจนเกิดอุบัติเหตุได้
4. มีผลต่อสุขภาพร่างกายความเครียดอาจก่อให้เกิดอาการป่วยทางกาย เช่น โรคกระเพาะ โรคความดันสูง
5. การได้รับฟังเสียงดังเกินกว่ากำหนดเป็นระยะเวลานานเกินไปอาจทำให้สูญเสียการได้ยิน ซึ่งอาจเป็นอย่างชั่วคราวหรือถาวรก็ได้

#### **การป้องกันและวิธีลดความดังของเสียง**

##### **1. ควบคุมที่แหล่งกำเนิด**

1. การออกแบบอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักรให้มีการทำงานที่เงียบ
2. การเลือกใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ ควรเลือกประเภทที่มีเสียงดังน้อยกว่าเช่น การใช้เครื่องปั๊มโลหะที่เป็นระบบไฮดรอลิกแทนเครื่องที่ใช้ระบบกล
3. การเปลี่ยนกระบวนการผลิตที่ไม่ทำให้เกิดเสียงดัง

4. การจัดหาที่ปิดล้อมเครื่องจักรโดยนำวัสดุดูดซับเสียงมาบุลงในโครงสร้าง ที่จะใช้ครอบหรือปิดล้อมเครื่องจักร

5. การติดตั้งเครื่องจักรให้วางอยู่ในตำแหน่งที่มั่นคง เนื่องจากเสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนของเครื่องจักร และการใช้อุปกรณ์กันสะเทือนจะช่วยลดเสียงได้

6. การบำรุงรักษาอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักรอยู่เสมอ เช่น การทำความสะอาดเป็นประจำ การหยอดน้ำมันหล่อลื่นกันการเสียดสีของเครื่องจักร

## 2. การควบคุมที่ทางผ่านของเสียง

1. เพิ่มระยะห่างระหว่างเครื่องจักร และผู้รับเสียง ทำให้มีผลต่อระดับเสียง โดยระดับเสียงจะลดลง 6 เดซิเบลเอ ทุก ๆ ระยะทางที่เพิ่มขึ้น เป็นสองเท่า

2. การทำห้องหรือกำแพงกั้นทางเดินของเสียง โดยออกแบบวัสดุเก็บเสียง หรือดูดซับเสียงที่สัมพันธ์กับความถี่ของเสียง

3. การปลูกต้นไม้ยืนต้นที่มีใบดกบริเวณริมรั้ว ช่วยในการลดเสียงได้

## 3. การควบคุมการรับเสียงที่ผู้ฟัง

1. การใช้อุปกรณ์ป้องกันต่อหู เพื่อลดความดังของเสียงมี 2 แบบคือ

ที่ครอบหู จะปิดหูและกระตุกรอบ ๆ ใบหูไว้ทั้งหมด สามารถลดระดับความดังของเสียงได้ 20-40 เดซิเบลเอ

ปลั๊กอุดหู ทำด้วยยาง หรือพลาสติก ใช้สอดเข้าไปในช่องหูสามารถลดระดับความดังของเสียงได้ 10-20 เดซิเบลเอ การลดระยะเวลาในการรับเสียงของผู้ที่อยู่ในบริเวณที่มีเสียงดังเกินมาตรฐาน โดยจำกัดให้น้อยลง

## เกณฑ์กำหนดของระดับเสียงที่เป็นอันตราย

กรมแรงงาน กระทรวงมหาดไทย ได้กำหนดมาตรฐานของระดับเสียงในสถานประกอบการต่าง ๆ ไว้ดังนี้คือ

1. ได้รับเสียงไม่เกินวันละ 7 ชั่วโมง ต้องมีระดับเสียงติดต่อกันไม่เกิน 91 เดซิเบล(เอ)
2. ได้รับเสียงวันละ 7-8 ชั่วโมง ต้องมีระดับเสียง ติดต่อกันไม่เกิน 90 เดซิเบล(เอ)
3. ได้รับเสียงเกินวันละ 8 ชั่วโมง ต้องมีระดับเสียง ติดต่อกันไม่เกิน 80 เดซิเบล(เอ)

4. นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานในที่ ๆ มีระดับเสียงเกิน 140 เดซิเบล(เอ) ไม่ได้  
**องค์การอนามัยโลก** ได้กำหนดว่าระดับเสียงที่ดังเกินกว่า 85 เดซิเบล(เอ) ถือว่าเป็น  
 อันตรายต่อมนุษย์



## กิจกรรมท้ายบทที่ 12

### แรงและการเคลื่อนที่

#### จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. แรงคืออะไร
2. ความเร็วกับอัตราเร็วแตกต่างกันอย่างไร
3. การกระจัดคืออะไร
4. จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสนามโน้มถ่วงและแรงโน้มถ่วง
5. จงหาความเร่งเฉลี่ยของเครื่องบินที่เริ่มต้นจากจุดหยุดนิ่งเวลา 0 วินาที และบินออกจากรันเวย์เมื่อเวลาผ่านไป 30 วินาที เครื่องบินมีความเร็วเป็น 300 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
6. จงอธิบายการกำเนิดเสียง
  7. สมบัติของเสียงมีกี่ประการ ประกอบด้วยอะไรบ้างจงอธิบาย
  8. สมชายตะโกนในหุบเขาได้ยินเสียงสะท้อนกลับมาในเวลา 6 วินาที ขณะนั้น อุณหภูมิของอากาศ 20 องศาเซลเซียส จงหาว่าเสียงเดินทางเป็นระยะทางเท่าไร
  9. จงบอกประโยชน์ของพลังงานเสียง
  10. จงบอกอันตรายที่เกิดจากพลังงานเสียง

## บทที่ 13

### เทคโนโลยีอวกาศ

#### สาระสำคัญ

ห้วงอวกาศเป็นสิ่งที่ไกลเกินตัว แต่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมวลมนุษย์ จึงจำเป็นต้องศึกษา ห้วงอวกาศโดยนำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ให้เกิดประโยชน์

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. บอกความหมาย ความสำคัญ และความเป็นมาของเทคโนโลยีอวกาศได้
2. อธิบายและระบุประเภทของเทคโนโลยีอวกาศได้
3. อธิบายการนำเทคโนโลยีอวกาศไปใช้ประโยชน์ได้
4. บอกโครงการสำรวจอวกาศที่สำคัญในปัจจุบันได้

#### ขอบข่ายเนื้อหา

- เรื่องที่ 1 ความหมาย ความสำคัญ และความเป็นมาของเทคโนโลยีอวกาศ
- เรื่องที่ 2 ประเภทของเทคโนโลยีอวกาศ
- เรื่องที่ 3 ประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยีอวกาศ
- เรื่องที่ 4 โครงการสำรวจอวกาศที่สำคัญในปัจจุบัน



## บทที่ 13

### เทคโนโลยีอวกาศ

#### เรื่องที่ 1 ความหมาย ความสำคัญ และความเป็นมาของเทคโนโลยีอวกาศ

##### เทคโนโลยีอวกาศ

เทคโนโลยีอวกาศ หมายถึง การนำความรู้ที่ได้จากการสำรวจสิ่งต่างๆ ที่อยู่นอกโลกของเราและสำรวจโลกของเรามาใช้ประโยชน์กับมนุษย์โดยอาศัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์อวกาศซึ่งเกี่ยวกับทางด้านดาราศาสตร์และวิศวกรรมควบคู่กัน หรือจะให้ความหมายอีกด้านหนึ่งได้ว่าเทคโนโลยีอวกาศ หมายถึง การนำเทคโนโลยีที่สร้างขึ้นเพื่อใช้สำรวจอวกาศโดยมีวัตถุประสงค์ของการใช้งานในแต่ละครั้งแตกต่างกันไปตาม ความต้องการของมนุษย์ เช่น

- โครงการอะพอลโล (Apollo Project) จุดประสงค์เพื่อสำรวจดวงจันทร์
- โครงการสกายแล็บ (Skylab) จุดประสงค์เพื่อค้นคว้าทดลองการอยู่ในอวกาศให้นานที่สุดศึกษาเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติ การแพทย์ ฟิสิกส์
- โครงการอะพอลโล- โซยูส (Apollo-Soyuz Test Project: ASTP) จุดประสงค์เพื่อทดสอบระบบนัดพบ และเชื่อมยานอวกาศ
- โครงการขนส่งอวกาศจุดประสงค์เพื่อใช้บรรทุกสิ่งของและมนุษย์ที่ไปอวกาศและ\ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการใช้ยานอวกาศ

##### ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ มีประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมกับมนุษย์มากมายในหลายด้าน เช่น การสื่อสารด้วยดาวเทียม การใช้ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาการใช้ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรโลก สำรวจด้านการเกษตร การทดลองทางการแพทย์ และด้านการทหารโดยใช้ดาวเทียม เป็นต้น

##### ความเป็นมาเทคโนโลยีอวกาศ

เริ่มตั้งแต่การสร้างกล้องโทรทรรศน์ส่องดูวัตถุท้องฟ้า โซเวียตสร้างยานสปุตนิก 1 (Sputnik 1) ขึ้นไปโคจรรอบโลก ต่อมาสหรัฐอเมริกาส่งดาวเทียมขึ้นสู่อวกาศ เกิดการแข่งขันทางด้านอวกาศ โดยองค์การนาซ่าที่มีชื่อเสียงของสหรัฐอเมริกา มีโครงการต่าง ๆ มากมายสำหรับการสำรวจอวกาศโดยเฉพาะ

สิ่งมีชีวิตแรกที่เดินทางไปยังอวกาศ คือสุนัขชื่อไลก้าไปกับยานสปุตนิก2 ของโซเวียต และนักบินอวกาศคนแรกของโลกคือ ยูริ กาการิน ไปกับยานวอสต็อก1 ของโซเวียต นักบินอวกาศคนแรกที่โคจรรอบโลกคือ จอห์น เกลน ของสหรัฐอเมริกา และนักบินอวกาศหญิงคนแรกของโลกชื่อ วาเลนติน่า เทเรชโกว่า ชาวรัสเซียเดินทางไปกับยานวอสต็อก

ยานอวกาศที่มีมนุษย์เดินทางไปยังดวงจันทร์เป็นของสหรัฐอเมริกา โดย นิลอาร์มสตรอง เป็นคนแรกที่เดินบนดวงจันทร์ไปกับยานอพอลโล 11



## เรื่องที่ 2 ประเภทของเทคโนโลยีอวกาศ

ประเภทของเทคโนโลยีอวกาศ จำแนกได้ดังนี้

1. ดาวเทียม เป็นอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกส่งขึ้นไปสู่อวกาศให้โคจรอยู่รอบโลก เช่น

1.1 ดาวเทียมสื่อสาร ดาวเทียมสื่อสารดวงแรกของไทยชื่อ ไทยคม

1.2 ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ส่งข้อมูลภาพถ่ายเมฆ พายุ อุณหภูมิบนโลกและชั้นบรรยากาศ นำมาวิเคราะห์รายงานสภาพอากาศ ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาสามารถแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ 1. ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาชนิดโคจรค้างฟ้า 2. ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาชนิดโคจรรอบโลก

1.3 ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร สำรวจทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ เพื่อการวางแผนใช้ทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

2. ยานสำรวจอวกาศ เป็นพาหนะพร้อมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ออกไปสำรวจดวงจันทร์ และดาวเคราะห์ดวงต่างๆ โครงการสร้าง ยานอวกาศทั้งประเทศสหรัฐอเมริกาและรัสเซียได้สร้างยานอวกาศเพื่อสำรวจดวงจันทร์และดาวเคราะห์ในระบบสุริยะของเราและสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1. ยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ควบคุมอยู่บนยาน ส่วนใหญ่สำรวจดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ ห้วงอวกาศระหว่างดวงดาว เช่น โครงการลูน่าออบิเตอร์ไปถ่ายภาพพื้นผิวดวงจันทร์

2.2 ยานอวกาศที่มีมนุษย์ควบคุม

**3. ยานขนส่งอวกาศ** เป็นระบบขนส่งอวกาศที่ออกแบบให้สามารถนำชิ้นส่วนที่ใช้ไปแล้วกลับมาใช้ใหม่อีก เพื่อประหยัดและประสิทธิภาพมากที่สุด ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ จรวดเชื้อเพลิงแข็ง 2 ท่อน ถังเชื้อเพลิง ภายนอก (ไฮโดรเจนเหลว และออกซิเจนเหลว) และ ยานขนส่งอวกาศ

ภารกิจขนส่งอวกาศมีหลายหน้าที่ เช่น ทดลองวิทยาศาสตร์ ส่งดาวเทียมและส่งกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิลเข้าสู่วงโคจรรอบโลก ส่งมนุษย์อวกาศไปบนสถานีอวกาศครั้งละ 7-10 คน สถานีทดลองอวกาศ เป็นสถานีอวกาศที่มนุษย์ใช้ชีวิตสะดวกสบายเหมือนกับอยู่บนโลกสามารถปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ได้หลากหลายอย่างมีประสิทธิภาพ เริ่มตั้งแต่โครงการสกายแลบ โครงการสถานีอวกาศเมียร์ โครงการสถานีอวกาศนานาชาติ เป็นความร่วมมือระหว่างชาติ 16 ประเทศ ได้แก่ อเมริกา แคนาดา ญี่ปุ่น รัสเซีย ยุโรป (11 ประเทศ) และ บราซิล

### เรื่องที่ 3 ประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยีอวกาศ

ประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยีอวกาศ มีดังนี้

#### 1. ปรากฏการณ์บนโลก เช่น

การใช้ดาวเทียมสื่อสาร เชื่อมโยงถ่ายทอดสัญญาณไปยังสถานีภาคพื้นดินที่ทำการส่งและรับสัญญาณ ดาวเทียมไทยคมใช้พัฒนาเครือข่ายการสื่อสาร และการกระจายเสียงและภาพโทรทัศน์ของประเทศไทย

การใช้ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา สำรวจถ่ายภาพการก่อตัวของเมฆ วัตถุอวกาศมีชั้นบรรยากาศของโลกเป็นประจำทุกวัน

การใช้ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร สำรวจถ่ายภาพการใช้ที่ดิน สำรวจพื้นที่เพาะปลูกและพื้นที่ป่าไม้

สำรวจการประมงเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สำรวจแหล่งน้ำและชลประทาน สำรวจธรณีวิทยา แหล่งแร่ แหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติ เป็นต้น

#### 2. ปรากฏการณ์ในอวกาศ เช่น

ยานขนส่งอวกาศ (Space Shuttle) ใช้เป็นพาหนะบรรทุกสิ่งของและมนุษย์ขึ้นลงระหว่างพื้นและอวกาศ

สถานีอวกาศนานาชาติ (International Space Station, ISS) ใช้เป็นห้องปฏิบัติการทดลองและวิจัยทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 6 ส่วน ดังนี้

1. Life Sciences: ศึกษาสิ่งมีชีวิตภายใต้สภาวะไร้แรงโน้มถ่วง เพื่อเตรียมตัวอยู่ในอวกาศในอนาคต
2. Earth Sciences: ศึกษาสภาวะเปลี่ยนแปลงพื้นผิวโลก เพื่อนำไปสู่การวางแผนการดำรงชีวิตอยู่ของมนุษย์บนโลกในระยะยาว
3. Space Sciences: ศึกษาอวกาศในทุก ๆ ทิศทางในด้านต่าง ๆ เพื่อให้เข้าใจอวกาศมากยิ่งขึ้น
4. Microgravity Science: ศึกษาทดลองทฤษฎีทางฟิสิกส์ในสภาพไร้แรงโน้มถ่วง
5. Engineering Research and Technology Development: ศึกษาวิศวกรรมและเทคโนโลยีด้านอวกาศ เพื่อออกแบบ สร้าง และใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อต้นแบบใช้งานในอนาคต
6. Space product development: ศึกษาความแตกต่างที่เกิดขึ้นจากการทดลองในสภาวะไร้แรงโน้มถ่วง กับสภาวะบนพื้นโลกว่าให้ผลต่างกันอย่างไร



#### เรื่องที่ 4 โครงการสำรวจอวกาศที่สำคัญในปัจจุบัน

โครงการสำรวจอวกาศ มีการศึกษาเรื่องต่างๆ ดังนี้

- ศึกษาการทดลอง และวิจัยที่ลดสิ่งรบกวน การทดลองทางฟิสิกส์ การเกิดผลึก การทดลองตัวนำยิ่งยวด และอื่นๆ การส่งกล้องโทรทรรศน์อวกาศ
- ศึกษา เทคโนโลยีต่างๆ ที่จำเป็น และเหมาะสม ในการดำเนินชีวิตในอนาคต เช่น ทดลอง Biosphere
- ศึกษาทางการแพทย์และสุขอนามัย วิจัยยาบางอย่างในอวกาศ
- ศึกษา กำเนิด จุดเริ่มต้นและจุดจบ โครงสร้าง หน้าทีของเอกภพ ซึ่งนำไปสู่ความเข้าใจสภาวะและการคงอยู่ของเราเอง

### โครงการสำรวจ สถานีอวกาศในอนาคต มีการศึกษาเรื่องต่างๆ ดังนี้

- โครงการสกายแลบและยานขนส่งอวกาศของอเมริกา และโครงการสถานีไซยუსของรัสเซีย ทดลองผลิตบางสิ่งๆ ที่ทำได้ยากบนโลก เช่น ผลิตสารประกอบที่เบาแต่แข็งแรง ผลิตวัคซีนให้บริสุทธิ์ เป็นต้น

- โครงการศึกษา สร้างโรงงานอุตสาหกรรมในอวกาศ โดยใช้ยานขนส่งอวกาศนำส่วนต่างๆ ของโรงงานไปต่อเข้าด้วยกันในวงโคจรรอบโลก

- โครงการศึกษาสร้างเมืองในอวกาศในอนาคต โดยออกแบบสถานีอวกาศมีลักษณะเป็น วงแหวนใหญ่เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ก.ม. ที่สามารถหมุนรอบตัวเองได้ 1 รอบในเวลา 1 นาที 3 วินาที ทำให้เกิดแรงหนีศูนย์กลางขึ้น ทำให้คนในเมืองอวกาศสามารถเดินที่ขอบด้านในวงแหวนได้โดยศีรษะหันเข้าจุดศูนย์กลางสถานีอวกาศ และมีบรรยากาศคล้ายโลกและความดันราวครึ่งหนึ่งที่ระดับน้ำทะเลของโลก

### โครงการอวกาศที่สำคัญและน่าสนใจ

วัน/เดือน/ปี	เหตุการณ์ด้านอวกาศที่สำคัญ
4 ตุลาคม 2500	สหภาพโซเวียตส่งดาวเทียม สпутนิก 1 โคจรรอบโลกเป็นครั้งแรกจนเสร็จสิ้นภารกิจเมื่อ 4 มกราคม 2501
3 พฤศจิกายน 2500	สหภาพโซเวียตส่งดาวเทียม สпутนิก 2 พร้อมสุนัขตัวแรกชื่อไลก้า ซึ่งถูกส่งไปอยู่ในอวกาศ ดาวเทียมสputนิก 2 หลุดจากวงโคจรในวันที่ 13 เมษายน 2501
31 มกราคม 2501	สหรัฐอเมริกาส่งดาวเทียมเอกพลอเรอร์ 1 ขึ้นสู่วงโคจรพร้อมการทดลองทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการค้นพบแถบรังสีของโลก
5 มีนาคม 2501	สหรัฐฯ ประสบความสำเร็จในการส่งดาวเทียม เอกพลอเรอร์ 2
17 มีนาคม 2501	ดาวเทียมแวนการ์ด 1 ถูกส่งขึ้นไปในวงโคจร
15 พฤษภาคม 2501	ดาวเทียม สputนิก 3 ถูกส่งขึ้นไปในวงโคจร
1 ตุลาคม 2501	สหรัฐฯ ก่อตั้งองค์การนาซ่า
11 ตุลาคม 2501	ยานไพโอเนียร์ 1 ของสหรัฐฯ ถูกส่งขึ้นไปในระดับ 70,700 ไมล์

วัน/เดือน/ปี	เหตุการณ์ด้านอวกาศที่สำคัญ
2 มกราคม 2502	โซเวียตส่งยานลูน่าร์ 1 ไปโคจรรอบดวงอาทิตย์
3 มีนาคม 2502	ยานไพโอเนียร์ 4 ของสหรัฐฯ ถูกส่งไปเพื่อทดสอบเส้นทางสู่ดวงจันทร์ ก่อนจะเข้าสู่วงโคจรรอบดวงอาทิตย์
12 สิงหาคม 2502	โซเวียตส่งยานลูน่าร์ 2 ไปสัมผัสพื้นผิวของดวงจันทร์ได้เป็นลำแรก
4 ตุลาคม 2502	โซเวียตส่งยานลูน่าร์ 3 ไปโคจรรอบดวงจันทร์และถ่ายรูปด้านที่หันออกจากโลก ได้ข้อมูลประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์
12 เมษายน 2504	ยูริ กาการิน นักบินอวกาศคนแรกของโซเวียต ถูกส่งขึ้นไปโคจรรอบโลกพร้อมกับ ยานวอสต็อก 1
5 พฤษภาคม 2504	สหรัฐฯ ส่ง อลัน เชพาร์ด นักบินอวกาศคนแรกของอเมริกาขึ้นไปกับยานเมอร์คิวรี ฟรีดอม 7
14 ธันวาคม 2505	ยานมาริเนอร์ ของสหรัฐฯ บินผ่านดาวศุกร์
16 มิถุนายน 2506	วาเลนตินา เทอเรชโกวา นักบินอวกาศหญิงคนแรกถูกส่งขึ้นไปพร้อมกับยาน วอสต็อก 7
14 กรกฎาคม 2507	ยานมาริเนอร์ 4 ของสหรัฐฯ ถ่ายรูปดาวอังคารในระยะใกล้
16 พฤศจิกายน 2507	ยานวีนัส 3 ของโซเวียต เป็นยานลำแรกที่สัมผัสพื้นผิวของดาวศุกร์
3 กุมภาพันธ์ 2509	ยานลูน่าร์ 9 ของโซเวียต เป็นยานลำแรกที่ลงจอดบนพื้นผิวของดวงจันทร์อย่างนิ่มนวล
2 มิถุนายน 2509	ยานเซอร์เวเยอร์ 1 ของสหรัฐฯ ลงจอดบนพื้นผิวดวงจันทร์อย่างนิ่มนวล
24 เมษายน 2510	เกิดโศกนาฏกรรมทางอวกาศกับยานโซยุส 1 ของโซเวียต ทำให้ วลาดีเมียร์ โคมารอฟ เสียชีวิตด้วยสาเหตุที่ยานกระแทกกับพื้นโลกระหว่างเดินทางกลับ เนื่องจากระบบชูชีพไม่ทำงาน

วัน/เดือน/ปี	เหตุการณ์ด้านอวกาศที่สำคัญ
21 ธันวาคม 2511	ยานอะพอลโล 8 นำนักบินอวกาศ คนแรกไปโคจรรอบดวงจันทร์
20 กรกฎาคม 2512	สหรัฐฯ ส่ง นีล อาร์มสตรอง และ เอ็ดวิน อัลดริน ขึ้นไปเหยียบบนพื้นผิวดวงจันทร์เป็นครั้งแรก
28 มกราคม 2529	กระสวยอวกาศแชลเลนเจอร์ระเบิดแตกเป็นเสี่ยง ๆ 73 วินาทีหลังออกบิน ทำให้สมาชิกลูกเรือทั้งเจ็ดคนเสียชีวิต



### กิจกรรมท้ายบทที่ 13

ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องเทคโนโลยีอวกาศ ในหัวข้อต่อไปนี้

1. ความหมายของเทคโนโลยีอวกาศ

.....

.....

2. ยานสำรวจอวกาศเป็นพาหนะพร้อมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ออกไปสำรวจนอกโลก  
ซึ่งจะแบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง พร้อมทั้งอธิบาย

.....

.....

3. ให้ผู้เรียนบอกถึงประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ ของดาวเทียมมา 3 ข้อพร้อมทั้งอธิบาย  
มาพอสังเขป

.....

.....

4. เทคโนโลยีอวกาศมีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง

.....

.....

5. เหตุการณ์ด้านอวกาศที่สำคัญ เมื่อวันที่ 28 มกราคม 2529 เกิดเหตุการณ์อะไรขึ้น

.....

.....



### จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. แรงคืออะไร
2. ความเร็วกับอัตราเร็วแตกต่างกันอย่างไร
3. การกระจัดคืออะไร
4. จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสนามโน้มถ่วงและแรงโน้มถ่วง
5. จงหาความเร่งเฉลี่ยของเครื่องบินที่เริ่มต้นจากจุดหยุดนิ่งเวลา 0 วินาที และบินออกจากรันเวย์เมื่อเวลาผ่านไป 30 วินาที เครื่องบินมีความเร็วเป็น 300 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
6. จงอธิบายการกำเนิดเสียง
7. สมบัติของเสียงมีกี่ประการ ประกอบด้วยอะไรบ้างจงอธิบาย
8. สมชายตะโกนในหุบเขาได้ยินเสียงสะท้อนกลับมาในเวลา 6 วินาที ขณะนั้น อุณหภูมิของอากาศ 20 องศาเซลเซียส จงหาว่าเสียงเดินทางเป็นระยะทางเท่าไร
9. จงบอกประโยชน์ของพลังงานเสียง
10. จงบอกอันตรายที่เกิดจากพลังงานเสียง

## บทที่ 14

### อาชีพช่างไฟฟ้า

#### สาระสำคัญ

การเลือกอาชีพช่างไฟฟ้านั้นเป็นการประกอบอาชีพที่น่าสนใจและมีรายได้ดีอีกอาชีพหนึ่ง ช่างไฟฟ้ามีหลายประเภท และหน้าที่ของช่างไฟฟ้าก็แตกต่างกัน ช่างไฟฟ้าที่ทำงานในสถานก่อสร้าง ขนาดใหญ่ก็ใช้เครื่องมือและทักษะที่แตกต่างไปจากช่างไฟฟ้าที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ อย่างไรก็ตามถ้าจะกล่าวโดยทั่วๆ ไปแล้วช่างไฟฟ้าทุกประเภทจะต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านไฟฟ้า มีความสามารถอ่านแบบพิมพ์เขียนวงจรไฟฟ้าและสามารถซ่อมแซมแก้ไขอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าได้ แหล่งงานของช่างไฟฟ้า ส่วนใหญ่ในปัจจุบันนี้ทำงานให้กับผู้รับเหมางานด้านไฟฟ้า หรือไม่ก็ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ นอกจากนี้มีช่างไฟฟ้าอีกจำนวนไม่น้อยที่ทำงานอิสระเป็นผู้รับเหมาเอง และมีช่างไฟฟ้าจำนวนหนึ่งทำงานให้กับองค์กรของรัฐบาลหรือทางธุรกิจ ซึ่งเป็นงานที่ให้บริการแก่หน่วยงานของตน แม้ว่าแหล่งงานของช่างไฟฟ้าจะมีอยู่ทั่วประเทศ แต่แหล่งงานส่วนใหญ่จะอยู่ในเขตอุตสาหกรรมหรือเขตพื้นที่ที่กำลังพัฒนา

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สามารถอธิบาย ออกแบบ วางแผน ทดลอง ทดสอบ ปฏิบัติการเรื่องไฟฟ้าได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย คิด วิเคราะห์ เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย ของการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม แบบขนาน แบบผสม ประยุกต์และเลือกใช้ความรู้และทักษะอาชีพช่างไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการบริหารจัดการและการบริการ

#### ขอบข่ายเนื้อหา

1. ประเภทของไฟฟ้า
2. วัสดุ อุปกรณ์เครื่องมือช่างไฟฟ้า
3. วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
4. กฎของโอห์ม
5. การเดินสายไฟฟ้าอย่างง่าย

6. การใช้เครื่องไฟฟ้าอย่างง่าย
7. ความปลอดภัยและอุบัติเหตุจากอาชีพช่างไฟฟ้า
8. การบริหารจัดการและการบริการ
9. โครงการวิทยาศาสตร์สู่อาชีพ
10. คำศัพท์ทางไฟฟ้า

## บทที่ 14 อาชีพช่างไฟฟ้า

### ประเภทของไฟฟ้า มีอะไรบ้าง

ประเภทของไฟฟ้า มี 2 แบบ ดังนี้

1. ไฟฟ้าสถิต ซึ่งเกิดจากการเสียดสีของวัตถุ 2 ชนิด มาถูกัน เช่น แทะอำพันกับผ้าขนสัตว์
2. ไฟฟ้ากระแส เกิดจากอิเล็กตรอนจากแหล่งกำเนิดไหลผ่านตัวนำไปยังที่ต้องการใช้

ไฟฟ้า มี 2 แบบ ดังนี้

1. ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current : DC) มีทิศทางการไหล และขนาดคงที่ เช่น แบตเตอรี่

2. ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current : AC) มีทิศทางการไหลของกระแสสลับไปสลับมา และขนาดเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ใช้ภายในบ้าน เช่น โทรทัศน์

#### คลิปที่ 1 ไฟฟ้าสถิต

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายการเกิดไฟฟ้าสถิตได้อย่างถูกต้อง

#### คลิปที่ 2 ไฟฟ้ากระแส

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายการเกิดไฟฟ้ากระแสได้อย่างถูกต้อง

### วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือช่างไฟฟ้า มีอะไรบ้าง

วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือช่างไฟฟ้า มีดังนี้

1. **ไขควง** มี 2 แบบ คือ ไขควงปากแบน และไขควงแบบฟิลลิป หรือปากสี่แฉก
2. **มีด** ใช้ในการปอกสาย ตัด ฉนวนสายไฟฟ้า
3. **คีม** ใช้ในการบีบ ตัด ม้วนสายไฟฟ้า มีหลายแบบ คือ คีมตัด(ปากนกแก้ว) คีมปากจิ้งจก คีมปากแบน คีมปากกลม และคีมปอกสายไฟฟ้า

4. ส่วน ใช้เจาะยึดสกรู ยึดอุปกรณ์ไฟฟ้า มีส่วน 3 แบบ คือ ส่วนข้อเสื่อ ส่วนเฟือง และส่วนไฟฟ้า

5. ค้อน ใช้ตอกตะปู เพื่อยึดเข็มขัดรัดสาย



### วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า มีอะไรบ้าง

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า มีดังนี้

1. สายไฟ เป็นตัวนำไฟฟ้า ได้แก่ สายไฟแรงสูงทำด้วยอะลูมิเนียม สายไฟทั่วไป (สายไฟในบ้าน)ทำด้วยโลหะทองแดง สายทนความร้อนมีเปลือกเป็นฉนวนทนความร้อน สายคู่ ใช้เดินในอาคาร สายเดี่ยวใช้เดินในท่อร้อยสาย

2. พิวส์ เป็นอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าอัตโนมัติ ไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากเกินไป เช่น พิวส์เส้น พิวส์แผ่น พิวส์กระเบื้อง พิวส์หลอด

3. สวิตช์ เป็นอุปกรณ์ตัดหรือต่อวงจรไฟฟ้า มี 2 ประเภท คือ สวิตช์ทางเดียว สวิตช์สองทาง

4. สะพานไฟ เป็นอุปกรณ์ตัดหรือต่อวงจรไฟฟ้า จากมาตรไฟฟ้าเข้าสู่วงจรไฟฟ้าภายในบ้าน

5. สตาร์ทเตอร์ เป็นอุปกรณ์ตัดหรือต่อวงจรอุณหภูมิลดไฟน็อน

6. บัลลาสต์ เป็นอุปกรณ์เพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้า มี 2 ประเภท คือ บัลลาสต์แม่เหล็กไฟฟ้า บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

7. มิเตอร์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้าในเส้นลวด มีหลายประเภท ดังนี้

แกลแวนอมิเตอร์ (Galvanometer) เครื่องมือวัดกระแสตรง

แอมมิเตอร์ (Ammeter) เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า

โวลท์มิเตอร์ (Voltmeter) เครื่องมือวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่าง 2 จุด

มัลติมิเตอร์ (Multimeter) เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้า

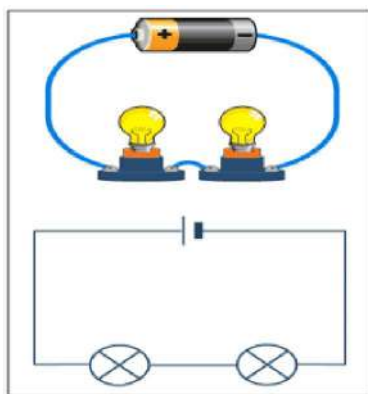


### การต่อวงจรไฟฟ้า มีอะไรบ้าง

การต่อวงจรไฟฟ้าเป็นเส้นทางเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า เชื่อมต่อเส้นลวดตัวนำไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น สวิตช์ หลอดไฟฟ้า เป็นต้น

การต่อวงจรไฟฟ้า มี 3 แบบ ดังนี้

**1. แบบอนุกรม** เป็นวงจรที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าเชื่อมต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า จากอุปกรณ์หนึ่งไปยังอุปกรณ์อื่นๆโดยตรง มีรูปแบบเป็นวงจรเดียว ข้อเสียคือ ถ้าอุปกรณ์ใดเสียก็จะทำให้กระแสไฟฟ้าหยุดไหล อุปกรณ์อื่นๆจะไม่สามารถทำงานได้



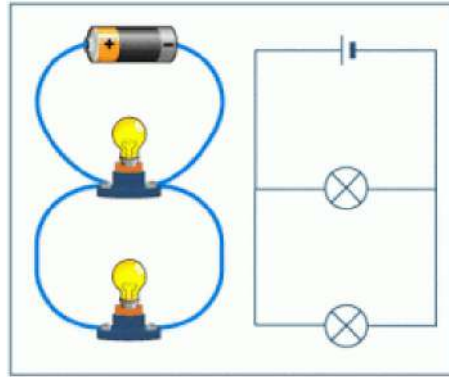
ภาพ การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

ลักษณะสำคัญของการต่อแบบอนุกรม คือ

1. หาค่าความต้านทานได้โดยรวมกัน
2. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวเท่ากับกระแสไฟฟ้าในวงจร
3. ความต่างศักย์ไฟฟ้าวางระหว่างปลายทั้งสองของตัวต้านทานจะเท่ากับผลบวกของความต่างศักย์ไฟฟ้าวางระหว่างปลายทั้งสองของตัวต้านทานแต่ละตัว



**2. แบบขนาน** เป็นวงจรไฟฟ้าที่แยกอุปกรณ์แต่ละชนิดเชื่อมต่อกันกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ข้อดีคือ ถ้าอุปกรณ์ใดเสีย อุปกรณ์อื่นก็ยังมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้



ภาพ การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน

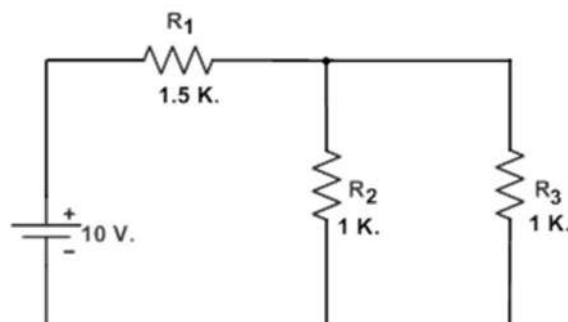
ลักษณะสำคัญของการต่อแบบขนาน คือ

1. ความต้านทานรวมของวงจรมีค่าน้อย และน้อยกว่าความต้านทาน ตัวที่น้อยที่สุดที่นำมาต่อขนานกัน
2. ปริมาณกระแสไฟฟ้ารวมของวงจรมีค่าเท่ากับผลบวกของกระแสไฟฟ้าของวงจรย่อย
3. ความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของตัวต้านทานแต่ละตัวมีค่าเท่ากัน

**3. แบบผสม** เป็นวงจรเป็นวงจรที่นำเอาวิธีการต่อแบบอนุกรม และวิธีการต่อแบบขนานมารวมให้เป็นวงจรเดียวกัน ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะของการต่อได้ 2 ลักษณะดังนี้

3.1 วงจรผสมแบบอนุกรม-ขนาน เป็นการนำเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือโหลดไปต่อกันอย่างอนุกรมก่อน แล้วจึงนำไปต่อกันแบบขนานอีกครั้งหนึ่ง

3.2 วงจรผสมแบบขนาน-อนุกรม เป็นการนำเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือโหลดไปต่อกันอย่างขนานก่อน แล้วจึงนำไปต่อกันแบบอนุกรมอีกครั้งหนึ่ง

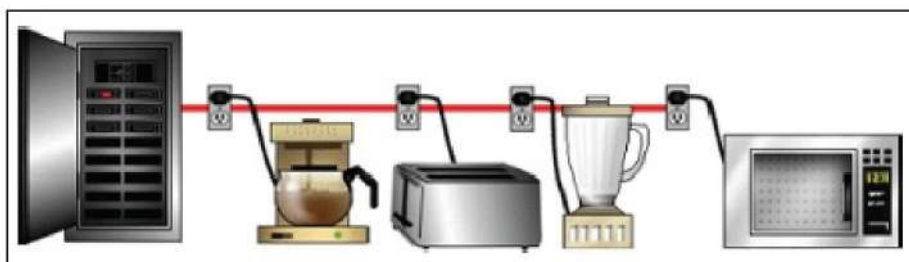


### ภาพ การต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสม

คุณสมบัติที่สำคัญของวงจรผสม เป็นการนำเอาคุณสมบัติของวงจรอนุกรม และคุณสมบัติของวงจรขนานมารวมกัน ซึ่งหมายความว่าถ้าตำแหน่งที่มีการต่อแบบอนุกรม ก็เอาคุณสมบัติ ของวงจรการต่ออนุกรมมาพิจารณา ตำแหน่งใดที่มีการต่อแบบขนาน ก็เอาคุณสมบัติของวงจรการต่อขนานมาพิจารณาไปที่ละขั้นตอน



วงจรไฟฟ้าภายในครัวเรือนจะเป็นการต่อแบบขนาน และเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดรับแรงดันไฟฟ้าขนาดเดียวกัน หากเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหนึ่งเกิดขัดข้องเนื่องจากสาเหตุใดก็ตาม เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่นก็ยังคงใช้งานได้ตามปกติ



ภาพการต่อวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน

สำหรับประเทศไทย ไฟฟ้าที่ใช้ในครัวเรือนเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้า 220 โวลต์ (V) (ความต่างศักย์ไฟฟ้า คือ พลังงานไฟฟ้าที่ต่างกันระหว่างจุด 2 จุด) ความถี่ 50 เฮิรตซ์ (Hz) โดยใช้สายไฟ 3 เส้น คือ

1) สายไฟ หรือ สาย L (Line) เป็นสายที่มีกระแสไฟไหลผ่านไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้า มีความต่างศักย์ไฟฟ้า 220 โวลต์

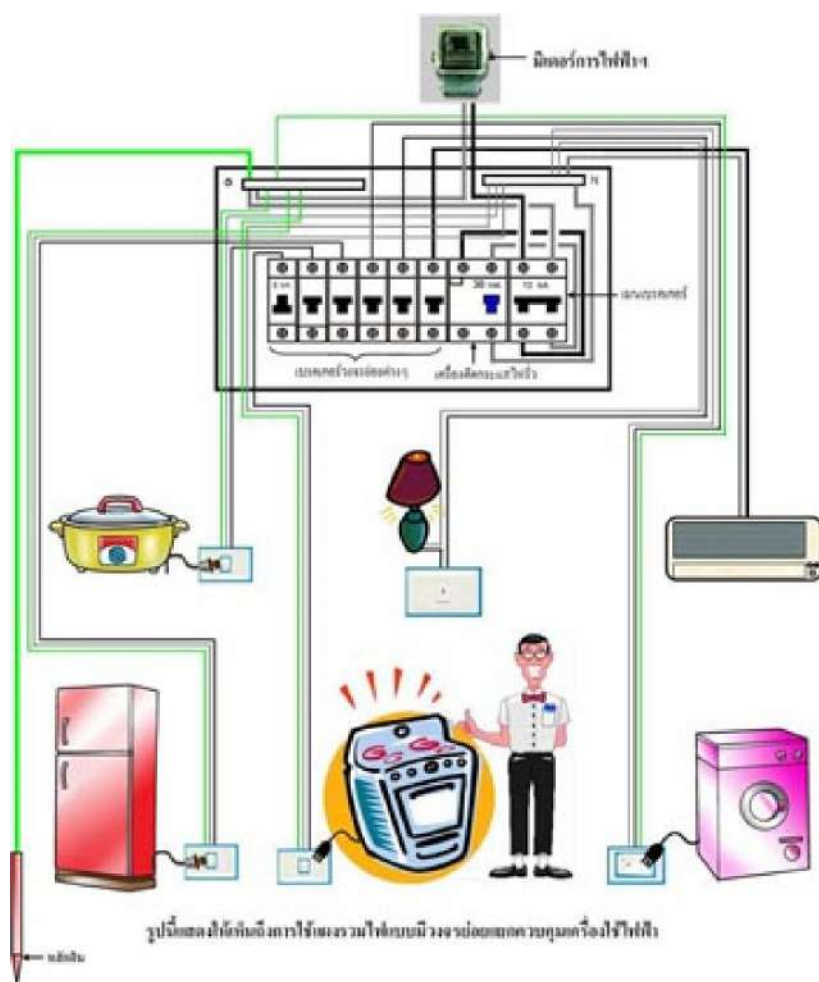


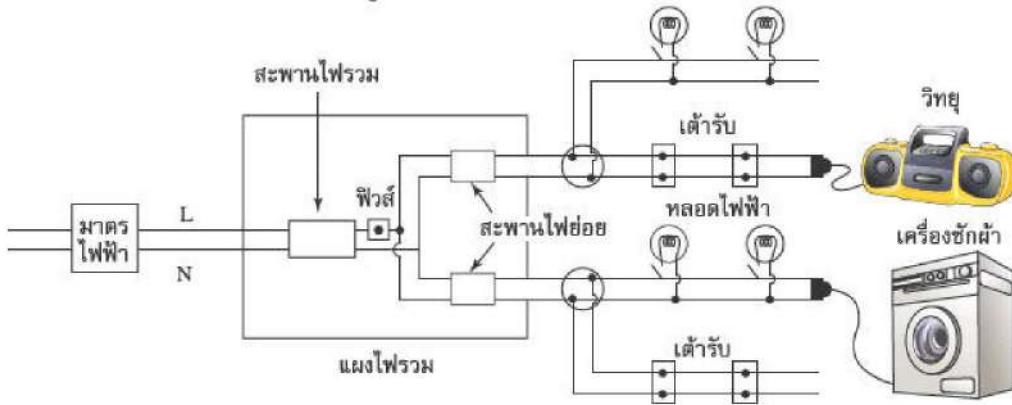
2) สายนิวทรัล หรือ สาย N (Neutral) เป็นส่วนหนึ่งของวงจร มีหน้าที่ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร มีความต่างศักย์ไฟฟ้า 0 โวลต์

3) สายดิน หรือเรียกว่า สาย G (Ground) เป็นสายเส้นที่ไม่มีกระแสไฟฟ้า ทำหน้าที่รับกระแสไฟฟ้าที่รั่วมาจากเครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าลัดวงจร และป้องกันอันตรายแก่บุคคล อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าจะส่งผ่านมิเตอร์ไฟฟ้ามายังแผงควบคุมไฟฟ้า ซึ่งแผงควบคุมไฟฟ้าทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

แผงควบคุมไฟฟ้าประกอบด้วยอุปกรณ์ตัดตอนหลัก หรือเรียกว่า เบรกเกอร์ ซึ่งมี 1 ต่อครัวเรือน และอุปกรณ์ตัดตอนย่อยหลายตัวได้ขึ้นอยู่กับจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ในครัวเรือน นอกจากนี้ยังมีจุดต่อสายดินที่จะต่อไปยังเต้ารับหรือปลั๊กตัวเมียทุกจุดในครัวเรือน เพื่อต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า



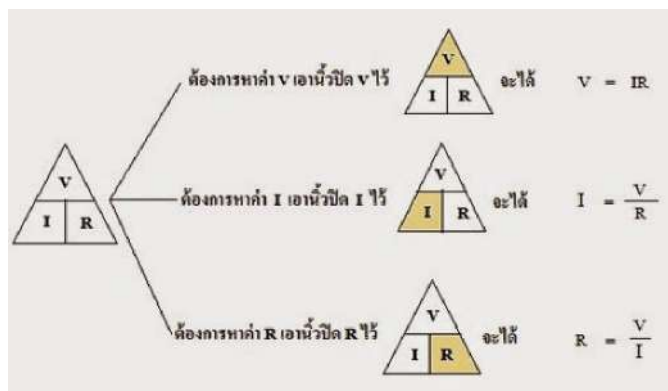


ภาพ การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน



กฎของโอห์ม คืออะไร

กฎของโอห์ม กล่าวว่า กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้า และแปรผกผันกับความต้านทานไฟฟ้า เขียนสมการ  $Current(I) = Voltage(V) / Resistance(R)$



## การเดินทางสายไฟฟ้ามืดก็แบบอะไรบ้าง

การเดินทางสายไฟฟ้า มี 2 แบบ คือ แบบเดินบนผนัง และแบบฝังในผนัง

### 1. เดินสายไฟบนผนัง

การเดินทางสายไฟแบบนี้จะมองเห็นสายไฟ อาจทำให้ดูไม่เรียบร้อย ไม่สวยงาม หากช่วงเดินสายไฟไม่เรียบตรง ยิ่งเสริมให้ดูไม่เรียบร้อยตกแต่งห้องให้ดูสวยงามยาก มีข้อดีที่ค่าใช้จ่ายถูกกว่าแบบฝังในผนังสามารถตรวจสอบและซ่อมแซมได้ง่าย

### 2. เดินสายไฟฝังในผนัง

การเดินทางแบบฝังในผนังเป็นการเดินสายไฟโดยร้อยสายผ่านท่อสายไฟซึ่งฝังในผนังอาคาร ทำให้ดูเรียบร้อยและตกแต่งห้องได้ง่ายเพราะมองไม่เห็นสายไฟจากภายนอก การเดินท่อร้อยสายต้องทำควบคู่ไปพร้อมการก่อ-ฉาบ ไม่ควรประหยัดหรือปล่อยให้มีการลักไก่โดยการเดินสายไฟแบบฝังในผนังโดยไม่ร้อยใส่ท่อร้อยสายไฟ เพราะหากเกิดไฟรั่วอาจเกิดอุบัติเหตุกับผู้อาศัยเมื่อไปสัมผัสกำแพง การติดตั้งมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าแบบเดินสายบนผนัง การติดตั้งมีความยุ่งยากและซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงและซ่อมแซมภายหลังจากที่ได้ติดตั้งไปแล้วทำได้ยากและเสียค่าใช้จ่ายมากกว่าแบบแรก



## การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างง่าย ปฏิบัติอย่างไรบ้าง

การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างง่าย ควรปฏิบัติ ดังนี้

**ไฟฟ้าแสงสว่าง** ติดตั้งหลอดไฟฟ้าเท่าที่จำเป็น ใช้หลอดไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างมากแต่กินไฟน้อย

**พัดลม** เลือกขนาดและแบบให้เหมาะสม

**เครื่องรับโทรทัศน์** เลือกขนาดและแบบให้เหมาะสมกับครอบครัวและพื้นที่ ถอดปลั๊กเครื่องทุกครั้ง

**เตารีดไฟฟ้า** ปรับระดับความร้อนให้เหมาะสมกับชนิดเสื้อผ้า  
**หม้อชงกาแฟ** ใส่ปริมาณน้ำพอควร ปิดสวิตช์เมื่อน้ำเดือด  
**หม้อหุงข้าวไฟฟ้า** เลือกขนาดที่เหมาะสมกับครอบครัว  
**ตู้เย็น** เลือกขนาดที่เหมาะสมกับครอบครัว วางให้ห่างจากแหล่งความร้อน อาหารที่ร้อนไม่ควรเข้าตู้เย็นทันที

**เครื่องปรับอากาศ** ห้องที่ใช้เครื่องปรับอากาศเพดานควรมีฉนวนกันความร้อน ปรับอุณหภูมิให้เหมาะสมในแต่ละฤดูกาล บำรุงรักษาและทำความสะอาดอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอ

**เครื่องซักผ้า** ควรซักแต่ละครั้งให้ปริมาณเสื้อผ้าพอเหมาะกับขนาดเครื่อง ควรศึกษาคู่มือการใช้เครื่องก่อนใช้งาน



### อาชีพช่างไฟฟ้า ควรปฏิบัติงานอย่างไร ให้มีความปลอดภัยและไม่เกิดอุบัติเหตุ

เพื่อให้มีความปลอดภัยและไม่เกิดอุบัติเหตุจากอาชีพช่างไฟฟ้า ควรปฏิบัติงาน ดังนี้

- ก่อนปฏิบัติงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ให้ตรวจวัดอุปกรณ์นั้นมีไฟฟ้าหรือไม่
- การทำงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าขณะปิดสวิตช์แล้ว ต้องต่อสายอุปกรณ์ลงดิน
- การจับอุปกรณ์ที่มีไฟฟ้า ต้องอาศัยเครื่องมือ อุปกรณ์ และวิธีที่ถูกต้อง
- คีม ไขควง ต้องเป็นชนิดที่มีฉนวนหุ้ม 2 ชั้นอย่างดี
- ขณะทำงาน ต้องไม่มีส่วนร่างกายหรือเครื่องมือสัมผัสอุปกรณ์ที่มีกระแสไฟ

**ข้อควรระวังในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้าทั่วไป ดังนี้**

- เมื่อพบกล่องสวิตช์ชำรุด ควรรีบซ่อมแซมทันที
- รักษาความสะอาดพื้นบริเวณติดตั้งสวิตช์
- ตรวจภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า ไม่ให้มีเศษผงโลหะนำไฟฟ้าอยู่
- ก่อนเปลี่ยนฟิวส์ ต้องสับสวิตช์ให้วงจรไฟฟ้าเปิดก่อน
- สวิตช์แต่ละอัน ควรมีป้ายบอกรายละเอียด

- ต้องสับสวิตซ์ให้วงจรเปิด เมื่อต้องการซ่อมแซมเครื่องจักร
- อย่าปิด-เปิดสวิตซ์ขณะมือเปียกน้ำ
- อุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุด อย่าฝืนใช้

### ข้อที่ไม่ควรกระทำในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้า ดังนี้

- ไม่ถอดปลั๊กไฟ ด้วยการดึงสายไฟ
- ไม่ควรใช้เครื่องมือ หรือปลั๊กไฟ ที่ชำรุด
- ไม่ควรต่อพ่วงไฟเกินกำลัง
- ไม่ควรต่อปลั๊กผิดประเภท
- ไม่ควรซ่อมแซมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยตนเอง หากไม่มีความรู้อย่างแท้จริง

ความปลอดภัยเกี่ยวกับตัวผู้ปฏิบัติงาน ดังนี้

- การแต่งกาย ใช้เสื้อผ้าที่อยู่ในสภาพเรียบร้อย ไม่ฉีกขาด เพราะอาจทำให้เข้าไปติดเครื่องจักรได้

- ไม่ควรใช้ผมยาว ไม่ควรใส่เครื่องประดับ เช่น สร้อยคอ นาฬิกา แหวน
- ใส่รองเท้านิรภัยเพื่อป้องกันโลหะ
- ควรสวมหมวกป้องกันศีรษะขณะปฏิบัติงาน



### การบริหารจัดการและการบริการที่ดี คือ อะไร

การบริหารจัดการและการบริการที่ดี หมายถึง ความตั้งใจและความพยายามในการให้บริการ มีระดับปฏิบัติดังนี้

**ระดับที่ 1** สามารถให้บริการ ด้วยความเต็มใจ เช่น มิตรภาพที่ดี ข้อมูลที่ถูกต้อง แจ้งขั้นตอนงานให้ผู้รับบริการประสานงานอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วกับผู้รับบริการ

**ระดับที่ 2** ช่วยแก้ปัญหา เช่น แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ไม่บ่นเบี่ยง นำข้อขัดข้องไปพัฒนาการให้บริการให้ดีขึ้น

ระดับที่ 3 ให้บริการเกินความคาดหวัง ให้เวลาและช่วยแก้ปัญหากับผู้รับบริการเป็นพิเศษ

ระดับที่ 4 เข้าใจและให้บริการที่ตรงตามความต้องการที่แท้จริง ทำความเข้าใจเพื่อให้บริการตรงความต้องการที่แท้จริง

ระดับที่ 5 ให้บริการที่เป็นประโยชน์อย่างแท้จริง คำนึงประโยชน์ของผู้รับบริการในระยะยาว



### โครงการวิทยาศาสตร์สู่อาชีพ คืออะไร

โครงการวิทยาศาสตร์สู่อาชีพ คือ อาชีพจำเป็นมากในยุคปัจจุบัน และต้องปฏิบัติงานด้วยความรู้ความชำนาญ ยังสามารถสร้างสรรค์ผลงานได้มากมาย อาทิเช่น ประดิษฐ์คอมพิวเตอร์ตกแต่งในครัวเรือน เครื่องเตือนภัยน้ำท่วม เป็นต้น



### คำศัพท์ทางไฟฟ้า ที่ควรรู้มี อะไรบ้าง

คำศัพท์ทางไฟฟ้า ที่ควรรู้ ดังนี้

ไฟฟ้า (electricity) : การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนผ่านตัวนำไฟฟ้า

ตัวนำไฟฟ้า (conductor) : สสารที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

**ฉนวนไฟฟ้า (insulator) :** วัสดุที่มีคุณสมบัติต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้า

**กำลังไฟฟ้า (electric power) :** อัตราการผลิตหรือใช้พลังงานไฟฟ้าในหนึ่งหน่วยเวลา

**วัตต์ (watt) :** พลังงานไฟฟ้าที่อุปกรณ์แต่ละตัวในการทำงาน เช่น หลอดไฟ 100 วัตต์  
**กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kilowatt-hour) :** หน่วยวัดพลังงานไฟฟ้าในเวลา 1 ชั่วโมง ตามบ้านจะวัดค่ามี หน่วยเป็น กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือ ยูนิท (unit)

**ไฟฟ้ากระแสสลับ (alternating current) :** ระบบไฟฟ้าที่อิเล็กตรอนวิ่งมีทิศทางสลับไปมาตลอดเวลา สัญลักษณ์ AC

**ไฟฟ้ากระแสตรง (direct current) :** ระบบไฟฟ้าที่อิเล็กตรอนวิ่งมีทิศทางเดียวตลอดเวลา สัญลักษณ์ DC

**แอมแปร์ (ampere) :** หน่วยวัดอัตราการไหลของไฟฟ้า สัญลักษณ์ A หรือ amp

**เฮิรตซ์ (hertz) :** หน่วยวัดความถี่เป็นรอบต่อวินาที ระบบไฟฟ้าบ้านมีความถี่ 50 เฮิรตซ์ สัญลักษณ์ Hz

**โอห์ม (ohm) :** หน่วยความต้านทานไฟฟ้า สัญลักษณ์ โอเมก้า ( $\Omega$ )

**โวลต์ (volt) :** หน่วยวัดแรงดันไฟฟ้า สัญลักษณ์ V เช่น พัดลมไฟฟ้า AC 220V

**มัลติมิเตอร์ (multimeter) :** เครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้า วัดกระแสไฟฟ้า และวัดความต้านทาน ในเครื่องเดียวกัน

**เซอร์กิตเบรกเกอร์ (circuit breaker) :** อุปกรณ์จำกัดกระแสไฟฟ้าสูงสุดในวงจร

**ฟิวส์ (fuse) :** อุปกรณ์จำกัดกระแสไฟฟ้าสูงสุดในวงจร (เมื่อกระแสเกินค่าจำกัดฟิวส์ จะร้อนละลายขาดจากกัน)



## กิจกรรมท้ายบทที่ 14

### เรื่อง อาชีพช่างไฟฟ้า

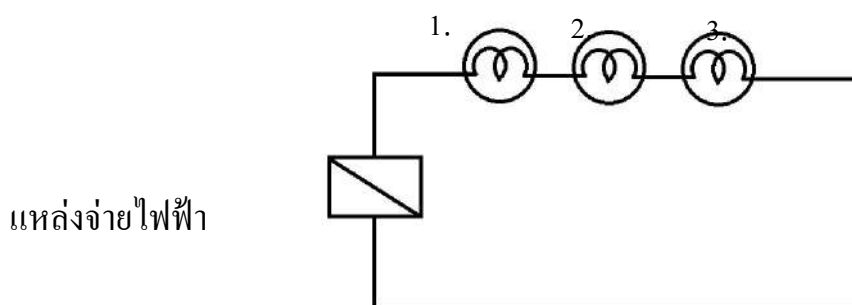
#### การทดลองที่ 1

อุปกรณ์การทดลอง

1. สายไฟ
2. สวิตช์ไฟ
3. หลอดไฟ
4. แหล่งจ่ายไฟ
5. เครื่องมือช่างไฟฟ้า

วิธีการทดลอง

ทำการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดให้ แล้วเขียนผลการทดลองพร้อมทั้งสรุปผลการทดลอง



**ขั้นตอนที่ 1** ต่อดวงจรมตามภาพ โดยใช้สายไฟต่อให้ครบวงจร โดยใช้หลอด LED ลงในฐานเสียบหลอด LED จำนวน 3 หลอด จากนั้นเปิดเบรกเกอร์ และเปิดไฟ โดยหลอด LED โดยทุกหลอดต้องติด

หมายเหตุ : หากใส่หลอด LED แล้วไฟไม่ติด ให้สลับขั้วหลอด LED

**ขั้นตอนที่ 2** ทำการถอดหลอด LED ออก 1 หลอด สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

**ขั้นตอนที่ 3** ปิดเบรกเกอร์ และสรุปผลการทดลอง



### คำถามท้ายการทดลองที่ 1

1. จากการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมพบว่า

.....

.....

2. จากการทดลองผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการทฤษฎี จากผลการทดลองได้อย่างไร

.....

.....

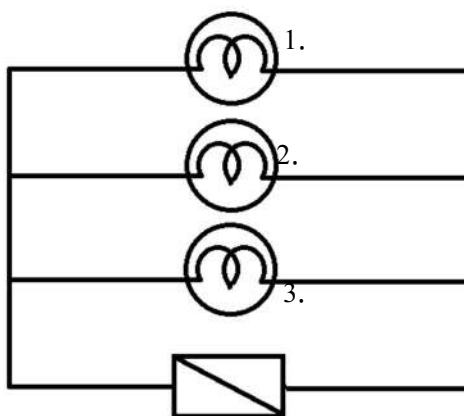
### การทดลองที่ 2

อุปกรณ์การทดลอง

1. สายไฟ
2. สวิตช์ไฟ
3. หลอดไฟ
4. แหล่งจ่ายไฟ
5. เครื่องมือช่างไฟฟ้า

### วิธีการทดลอง

ทำการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดให้ แล้วเขียนผลการทดลองพร้อมทั้งสรุปผลการทดลอง



แหล่งจ่ายไฟฟ้า

**ขั้นตอนที่ 1** ต่อบางวงจรตามภาพ โดยใช้สายไฟต่อให้ครบวงจร โดย นำหลอดไฟ ทั้งสามประเภท (หลอดไส้ หลอดตะเกียบ และหลอด LED) มาติดตั้งกับขั้วหลอด จากนั้นเปิดเบรกเกอร์ และเปิดสวิตช์ไฟ โดยทุกหลอดต้องติด

หมายเหตุ : หากใส่หลอดไฟแล้วไฟไม่ติดให้ขยับขั้วหลอด

**ขั้นตอนที่ 2** ทำการถอดหลอดไฟ ออก 1 หลอด หรือทดลองปิดสวิตช์บางตัวบนแผง สวิตช์ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของวงจรไฟฟ้า และบันทึกผลการทดลอง

**ขั้นตอนที่ 3** ปิดเบรกเกอร์ และสรุปผลการทดลอง

## คำถามท้ายการทดลองที่ 2

1. จากการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานพบว่า

.....

.....

2. จากการทดลองผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการทฤษฎี จากผลการทดลองได้อย่างไร

.....

.....

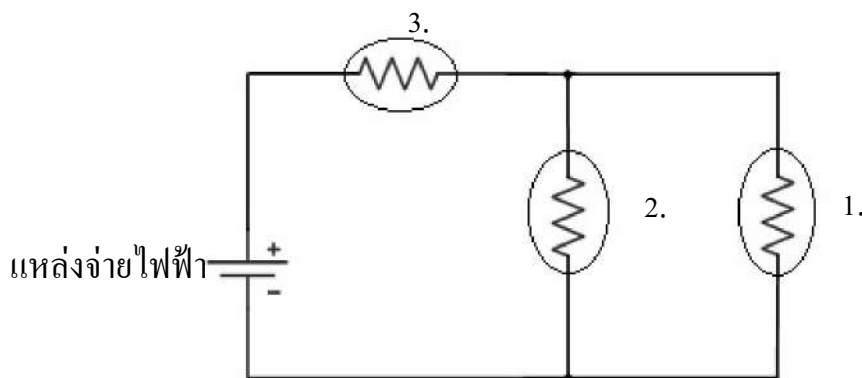
## การทดลองที่ 3

อุปกรณ์การทดลอง

1. สายไฟ
2. สวิตช์ไฟ
3. หลอดไฟ
4. แหล่งจ่ายไฟ
5. เครื่องมือช่างไฟฟ้า

## วิธีการทดลอง

ทำการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสม ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดให้ แล้วเขียนผลการทดลองพร้อมทั้งสรุปผลการทดลอง



**ขั้นตอนที่ 1** ต่อดวงจรผสมตามภาพ โดยใช้สายไฟต่อให้ครบวงจร โดยใส่หลอด LED ลงในฐานเสียบหลอด LED จำนวน 3 หลอด จากนั้นทำการเปิดเบรกเกอร์ และเปิดสวิตช์ไฟ โดย หลอด LED ทุกหลอดต้องติด ทำการปลดหลอด LED หลอดที่ 1 หรือ 2 ออก สังเกตการ เปลี่ยนแปลง

หมายเหตุ : หากใส่หลอด LED แล้วหลอดไม่ติดให้สลับขั้วหลอด LED

**ขั้นตอนที่ 2** ทำการปลดหลอด LED หลอดที่ 3 ออก สังเกตการเปลี่ยนแปลง

**ขั้นตอนที่ 3** บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

### คำถามท้ายการทดลองที่ 3

1. จากการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสมพบว่า

.....

.....

2. จากการทดลองผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการทฤษฎี จากผลการทดลองได้อย่างไร

.....

.....

## เฉลยกิจกรรมท้ายบทที่ 1

1. ค. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
2. ค. ทักษะการรวบรวมข้อมูล
3. ข. ทักษะการควบคุมตัวแปร
4. ค. นายสมชายทำ Web Page เกี่ยวกับเรื่องซีนามิที่ตนสนใจและศึกษามา
5. ข. แร่เงิน
6. ข. ฮีตเตอร์ (เครื่องทำความร้อน)
7. ก. การทำข้าวแช่จัดเป็นเทคโนโลยีอย่างหนึ่ง
8. ค. ชนิดของอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโตหรือไม่
9. ก. ตัวแปรอิสระ คือ ปริมาณผงซักฟอก
10. ค. ถ้าพืชที่ได้รับแสงสีน้ำเงินจะโตดีกว่าพืชที่รับแสงสีเขียว
11. ง. ทดสอบสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์แล้วเป็นจริงทุกครั้ง
12. ก. แผ่นใยขัดช่วยลดอัตราการไหลของน้ำ
13. ง. ช่วยอำนวยความสะดวกแก่นักวิทยาศาสตร์และทำให้ผลการทดลองเที่ยงตรง
14. ข. ใช้ผงกำมะถันโรยลงไปแล้วเก็บกวาด
15. ค. ห้องปฏิบัติการควรใช้พื้นกระเบื้องสีขาวเพื่อให้สามารถทำความสะอาดได้ง่าย
16. ก. ประเภททั่วไป
17. ค. นางสาวบีเลือก Beaker 500 ml. เพื่อเตรียมสารละลาย 20 ml.
18. ค. เวอร์เนีย
19. ค. เทอร์โมมิเตอร์
20. ค. วิธีใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของน้ำ

## เฉลยกิจกรรมท้ายบทที่ 2

### 1. โครงการงานวิทยาศาสตร์มีกี่ประเภท จงอธิบาย

ตอบ โครงการงานวิทยาศาสตร์ มี 4 ประเภท

1. โครงการงานประเภทสำรวจรวบรวม ผู้ทำโครงการเพียงต้องการสำรวจและรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลนั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ และนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจน

2. โครงการงานประเภททดลอง เป็นโครงการที่มีการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาของตัวแปรหนึ่งที่มีต่อแปรอีกตัวหนึ่งที่ต้องการศึกษา โดยควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาเอาไว้

3. โครงการงานประเภทการพัฒนาหรือประดิษฐ์ เป็นโครงการที่เกี่ยวกับการประยุกต์ทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประดิษฐ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ เพื่อประโยชน์ใช้สอยต่างๆ ซึ่งอาจเป็นการคิดประดิษฐ์สิ่งของใหม่ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นก็ได้

4. โครงการงานประเภทการสร้างทฤษฎีหรืออธิบาย เป็นโครงการเกี่ยวกับการนำเสนอ ทฤษฎี หลักการ หรือแนวความคิดใหม่ๆ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสูตร สมการ หรือคำอธิบายโดยผู้เสนอได้ตั้งคำถามหรือข้อตกลงเอง แล้วเสนอทฤษฎี หลักการแนวความคิด หรือจินตนาการของตนเองตามกติกา หรือข้อตกลงนั้น

### 2. ขั้นตอนการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์มีอะไรบ้าง จงอธิบาย

ตอบ ขั้นตอนที่ 1 การคิดและเลือกหัวเรื่อง เป็นการหาหัวข้อในการทดลอง ในการที่จะอยากรู้ อยากรู้อะไร

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องรวมถึงการขอคำปรึกษา หรือข้อมูลต่างๆจากผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนเค้าโครงของโครงการ

ขั้นตอนที่ 4 การปฏิบัติโครงการ เป็นการดำเนินงานตามแผน ที่ได้กำหนดไว้ในเค้าโครงของโครงการ และต้องมีการจดบันทึกข้อมูลต่างๆได้อย่างละเอียด และต้องจัดทำอย่างเป็นระบบ ระเบียบ เพื่อที่จะได้ใช้เป็นข้อมูลต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 การเขียนรายงาน ควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมประเด็นสำคัญของโครงการ โดยสามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบต่างๆ เช่น การสรุป รายงานผล ซึ่งประกอบไปด้วยหัวข้อต่างๆ เช่น บทคัดย่อ บทนำ เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 6 การแสดงผล การแสดงผลงาน เป็นการนำเสนอผลงาน สามารถจัดได้หลายรูปแบบ เช่น การจัดนิทรรศการ หรือทำเป็นสิ่งตีพิมพ์ การสอนแบบเพื่อนสอนเพื่อน ตามแต่ความเหมาะสมของโครงการงาน

3. การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนอย่างไร จงอธิบาย

**ตอบ 1. ชื่อโครงการ** เป็นสิ่งสำคัญประการแรก เพราะชื่อโครงการจะช่วยโยงความคิดไปถึงวัตถุประสงค์ของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และควรกำหนดชื่อโครงการให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลักด้วย

**2. ชื่อผู้จัดทำโครงการ** การเขียนชื่อผู้รับผิดชอบโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งดีเพื่อจะได้ทราบว่าโครงการนั้นอยู่ในความรับผิดชอบของใครสามารถติดตามได้ที่ใด

**3. ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ** การเขียนชื่อผู้ให้คำปรึกษาควรให้เกียรติยกย่องและเผยแพร่รวมทั้งขอบคุณที่ได้ให้คำแนะนำการทำโครงการวิทยาศาสตร์จนบรรลุเป้าหมาย

**4. บทคัดย่อ** อธิบายถึงที่มาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการและผลที่ได้ตลอดจนข้อสรุปต่างๆ อย่างย่อประมาณ 300-350 คำ

**5. กิตติกรรมประกาศ (คำขอบคุณ)** ส่วนใหญ่โครงการวิทยาศาสตร์มักจะเป็นกิจกรรมที่ได้รับความร่วมมือจากหลายฝ่ายดังนั้นเพื่อเป็นการเสริมสร้างบรรยากาศของความร่วมมือ จึงควรได้กล่าวขอบคุณบุคลากรหรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีส่วนช่วยให้โครงการนี้สำเร็จด้วย

**6. ที่มาและความสำคัญของโครงการ** ในการเขียนที่มาและความสำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์ ผู้ทำโครงการจำเป็นต้องศึกษา หลักการทฤษฎีเกี่ยวกับเรื่องที่สนใจจะศึกษา หรือพูดเข้าใจง่าย ๆ ว่าเรื่องที่สนใจจะศึกษานั้นต้องมีทฤษฎีแนวความคิดสนับสนุน

**7. วัตถุประสงค์ของการทำโครงการ** เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายปลายทางที่ต้องการให้เกิดจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ในการเขียนวัตถุประสงค์ ต้องเขียนให้ชัดเจน อ่านเข้าใจสอดคล้องกับชื่อโครงการ หากมีวัตถุประสงค์หลายประเด็น ให้ระบุเป็นข้อๆ การเขียนวัตถุประสงค์มีความสำคัญต่อแนวทาง การศึกษา ตลอดจนถึงความรู้ที่ค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ที่ค้นพบนั้นจะมีความสมบูรณ์ครบถ้วนคือ ต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทุกๆ ข้อ

**8. สมมติฐานของการศึกษา** เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้ทำโครงการต้องให้ความสำคัญ เพราะจะทำให้เป็นการกำหนดแนวทางในการออกแบบการทดลองได้ชัดเจนและรอบคอบ ซึ่งสมมติฐานก็คือ การคาดคะเนคำตอบของปัญหาอย่างมีหลักและเหตุผล ตามหลักการ ทฤษฎี รวมทั้งผลการศึกษาของโครงการที่ได้ทำมาแล้ว

**9. ขอบเขตของการทำโครงการ** ผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ต้องให้ความสำคัญต่อการกำหนดขอบเขตการทำโครงการ เพื่อให้ได้ผลการศึกษาน่าเชื่อถือ ซึ่งได้แก่ การกำหนดประชากร กลุ่มตัวอย่าง ตลอดจนตัวแปรที่ศึกษา

**10. วิธีดำเนินการ** เป็นวิธีการที่ช่วยให้งานบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการทำโครงการตั้งแต่เริ่มเสนอโครงการกระทั่งสิ้นสุดโครงการ

**11. ผลการศึกษาค้นคว้า** นำเสนอข้อมูลหรือผลการทดลองต่าง ๆ ที่สังเกตรวบรวมได้ รวมทั้งเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ด้วย

**12. สรุปผลและข้อเสนอแนะ** อธิบายผลสรุปที่ได้จากการทำโครงการ ถ้ามีการตั้งสมมติฐาน ควรระบุด้วยว่าข้อมูลที่ได้สนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือยังสรุปไม่ได้ นอกจากนี้ยังควรกล่าวถึงการนำผลการทดลองไปใช้ประโยชน์ อุปสรรคของการทำโครงการหรือข้อสังเกตที่สำคัญหรือข้อผิดพลาดบางประการที่เกิดขึ้นจากการทำโครงการนี้ รวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไข หากมีผู้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องที่ทำนองนี้ต่อไปในอนาคตด้วย

**13. เอกสารอ้างอิง** เอกสารอ้างอิง คือ รายชื่อเอกสารที่นำมาอ้างอิงเพื่อประกอบการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเขียนรายงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ควรเขียนตามหลักการที่นิยมกัน

#### 4. จงอธิบายวิธีการนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์

**ตอบ** การนำเสนอผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ อาจทำได้ในแบบต่าง ๆ กัน เช่น การแสดงในรูปแบบนิทรรศการ ซึ่งมีทั้งการจัดแสดงและการอธิบายด้วยคำพูด หรือในรูปแบบของการรายงานปากเปล่าไม่ว่าการนำเสนอผลงานจะอยู่ในรูปแบบใด ควรครอบคลุมประเด็นสำคัญคือ มีความชัดเจน เข้าใจง่ายและมีความถูกต้องในเนื้อหา

การแสดงผลงานนั้นอาจทำได้หลายรูปแบบ เช่น การแสดงในรูปแบบนิทรรศการ ซึ่งมีทั้งการจัดแสดงและการอธิบายด้วยคำพูด หรือในรูปแบบของการจัดแสดงโดยไม่มีคำอธิบายประกอบหรือในรูปแบบของการรายงานปากเปล่า ไม่ว่าจะแสดงผลงานจะอยู่ในรูปแบบใด ควรจัดทำให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้

1. ชื่อโครงการ
2. ชื่อผู้ทำโครงการ
3. ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
4. ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ
5. วิธีดำเนินการ

6. การสาธิตหรือแสดงผลที่ได้จากการทดลอง
  7. ผลการสังเกตและข้อมูลเด่น ๆ ที่ได้จากการทำโครงการ
5. จงอธิบายถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ตอบ โครงการวิทยาศาสตร์มีความสำคัญและก่อประโยชน์โดยตรงแก่ผู้เรียนโดยตรงเป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง สร้างความสัมพันธ์อันดีกับครูกับเพื่อนร่วมงาน รู้จักทำงานอย่างเป็นระบบใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาและใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

### เฉลยกิจกรรมท้ายบทที่ 3

1. ค. ไมโทคอนเดรีย
2. ง. แวกคิวโอล
3. ค. สะสมโปรตีนเพื่อส่งออกนอกเซลล์
4. ข. ไรโบโซม
5. ก. การคายน้ำ
6. ง. ถูกต้องข้อ
7. ง. ไต
8. ง. ถูกทุกข้อ
9. ก. 2 ประเภท
10. ก. 2 แบบ

### เฉลยกิจกรรมท้ายบทที่ 4

- |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| 1. ข | 2. ข | 3. ข | 4. ก | 5. ง |
| 6. ข | 7. ง | 8. ค | 9. ค |      |



## เฉลยกิจกรรมท้ายบทที่ 5

### 1. จงบอกประโยชน์ของเทคโนโลยีชีวภาพ

#### 1. ด้านการเกษตร

- การผสมพันธุ์สัตว์และการปรับปรุงพันธุ์สัตว์
- การปรับปรุงพันธุ์พืชและการผลิตพืชพันธุ์ใหม่
- การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี

#### 2. ด้านอุตสาหกรรม

- การถ่ายฝากตัวอ่อน
- การผสมเทียมสัตว์บกและสัตว์น้ำ
- พันธุวิศวกรรม
- ผลิตฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตของสัตว์
- ผลิตสัตว์แปลงพันธุ์ให้มีลักษณะโตเร็ว เพิ่มผลผลิต

#### 3. ด้านการแพทย์

- การใช้ยีนบำบัดโรค
- การตรวจวินิจฉัยหรือตรวจหาหะจากยีน เพื่อตรวจสอบโรคธาลัสซีเมีย
- การใช้ประโยชน์จากการตรวจลายพิมพ์จากยีนของสิ่งมีชีวิต

#### 4. ด้านอาหาร

- เพิ่มปริมาณเนื้อสัตว์ทั้งสัตว์บกและสัตว์น้ำ สัตว์บก
- เพิ่มผลผลิตจากสัตว์
- เพิ่มผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากผลผลิตของสัตว์

#### 5. ด้านสิ่งแวดล้อม

- การใช้จุลินทรีย์ช่วยรักษาสภาพแวดล้อม
- การค้นหาทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ประโยชน์และการสร้างทรัพยากร

#### 6. ด้านการผลิตพลังงาน

- แหล่งพลังงานที่ได้จากชีวมวล คือ แอลกอฮอล์ชนิดต่างๆ

### 2. จงบอกผลกระทบของเทคโนโลยีชีวภาพ

1. สามารถนำไปใช้ผลิตเชื้อโรคชนิดร้ายแรงเพื่อใช้ในสงครามเชื้อโรค
2. สามารถนำสารพันธุกรรมของพืชจากประเทศกำลังพัฒนาเพื่อหวังผลกำไร

## 3. จงบอกการนำเทคโนโลยีชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

1. การผลิตอาหาร เช่น น้ำปลา ปลา ร้า ปลา ส้ม ผักดอง
2. การผลิตผงซักฟอกชนิดใหม่ที่มีเอนไซม์
3. การทำปุ๋ยจากวัสดุเหลือทิ้ง เช่น เศษผัก อาหาร ฟางข้าว
4. การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้จุลินทรีย์ในการกำจัดขยะ
5. การแก้ไขปัญหาพลังงาน เช่น การผลิตแก๊สโซฮอลล์
6. การเพิ่มคุณค่าผลผลิตของอาหารเช่นการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันในพืชคาโนล่า
7. การทำผลิตภัณฑ์จากไขมัน เช่น นม เนย น้ำมัน
8. การรักษาโรค และบำรุงสุขภาพ เช่น สมุนไพร

**เฉลยกิจกรรมท้ายบทที่ 6**

- |      |      |      |      |       |
|------|------|------|------|-------|
| 1. ง | 2. ก | 3. ง | 4. ข | 5. ค  |
| 6. ก | 7. ก | 8. ก | 9. ค | 10. ก |

**เฉลยกิจกรรมท้ายบทที่ 7**

- |      |      |      |      |       |
|------|------|------|------|-------|
| 1. ข | 2. ก | 3. ก | 4. ง | 5. ค  |
| 6. ง | 7. ง | 8. ค | 9. ก | 10. ง |

**เฉลยกิจกรรมท้ายบทที่ 8**

- |      |      |      |      |       |
|------|------|------|------|-------|
| 1. ก | 2. ง | 3. ข | 4. ง | 5. ข  |
| 6. ง | 7. ข | 8. ก | 9. ก | 10. ค |

**เฉลยกิจกรรมท้ายบทที่ 9**

- |      |      |      |       |       |       |
|------|------|------|-------|-------|-------|
| 1. ข | 2. ข | 3. ง | 4. ง  | 5. ง  | 6. ข  |
| 7. ข | 8. ข | 9. ก | 10. ข | 11. ง | 12. ข |

### เฉลยกิจกรรมท้ายบทที่ 10

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

### เฉลยกิจกรรมท้ายบทที่ 11

กิจกรรมการทดสอบหาค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน  
ตารางบันทึกผลการทดลอง

ผลการทดสอบหาค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน			
ชนิดของสารเคมี	ค่ากรด-เบส pH	การเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส	
		สีแดง	สีน้ำเงิน
1. น้ำอัดลม	3	ไม่เปลี่ยนสี	เปลี่ยนเป็นสีแดง
2. น้ำมะนาว	2-3	ไม่เปลี่ยนสี	เปลี่ยนเป็นสีแดง
3. น้ำส้มสายชู	1-2	ไม่เปลี่ยนสี	เปลี่ยนเป็นสีแดง
4. น้ำยาล้างห้องน้ำ	1	ไม่เปลี่ยนสี	เปลี่ยนเป็นสีแดง
5. น้ำเปล่า	7	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่เปลี่ยนสี
6. น้ำเชื่อม	7	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่เปลี่ยนสี
7. สารละลายสบู่	8	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน	ไม่เปลี่ยนสี
8. สารละลายยาสีฟัน	8	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน	ไม่เปลี่ยนสี
9. สารละลายยาสระผม	8	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน	ไม่เปลี่ยนสี
10. สารละลายน้ำปูนใส	12	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน	ไม่เปลี่ยนสี

### คำถามจากการทำกิจกรรม

- จงเรียงลำดับสารเคมีที่มีค่ากรด-เบส (pH) จากน้อยไปหามากพร้อมบอกค่า pH  
 ...น้ำยาล้างห้องน้ำ pH=1 น้ำส้มสายชู pH=1-2 น้ำมะนาว pH=2-3 น้ำอัดลม pH=3.....  
 ...น้ำเชื่อม pH=7 น้ำเปล่า pH=7 สารละลายยาสระผม pH=8 สารละลายสบู่ pH=8.....  
 ...สารละลายยาสีฟัน pH=8 สารละลายน้ำปูนใส pH=12.....
- มีสารละลายใดบ้างที่เป็นกรด และสารละลายใดบ้างที่เป็นเบส นักศึกษาทราบได้อย่างไร จงอธิบาย  
 ...เป็นกรด ได้แก่ น้ำอัดลม น้ำมะนาว น้ำส้มสายชู น้ำยาล้างห้องน้ำ.....  
 ...เป็นเบส ได้แก่ สารละลายสบู่ สารละลายยาสีฟัน สารละลายยาสระผม น้ำปูนใส.....  
 ...เป็นกลาง ได้แก่ น้ำเปล่า น้ำเชื่อม.....  
 ...ดูจากค่ากรด-เบส (pH) ถ้ามีค่า pH น้อยกว่า 7 เป็น กรด ถ้ามีค่า pH มากกว่า 7 เป็นเบส.....  
 ...และสารที่มีค่า pH = 7 เป็นกลาง.....
- นักศึกษาคิดว่าจากการทำกิจกรรมการทดสอบค่ากรด-เบสของสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร  
 .....การใช้สารที่มีฤทธิ์เป็นกรดในชีวิตประจำวันจะต้องใช้อย่างระมัดระวัง โดยเฉพาะภาชนะที่นำมาบรรจุสารละลายที่มีฤทธิ์ เป็นกรด เช่น น้ำส้มสายชู น้ำมะนาว น้ำมะขามเปียก ควรใช้ภาชนะที่เป็นแก้วหรือกระเบื้องเคลือบไม่ควรใช้ภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะและพลาสติก เนื่องจากกรดสามารถกัดกร่อนโลหะสังกะสี อลูมิเนียม และสแตนเลสได้.....  
 .....สารที่มีฤทธิ์เป็นด่างต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง และใช้ให้ถูกวิธี เช่นผงซักฟอกไม่ควรนำมาใช้ล้างจาน.....เพราะอาจจะมีสารเคมีตกค้างจากผงซักฟอกซึ่งอาจเป็นอันตรายเมื่อบริโภคเข้าไป และไม่ควรรนำมาใช้สระผม เพราะด่างมีฤทธิ์กัดกร่อนโปรตีนทำให้เกิดการอักเสบอย่างรุนแรงได้เช่นกัน.....  
 .....นอกจากนี้การใช้สารปรุงแต่งอาหาร เราต้องแน่ใจว่าสารนั้นไม่มีอันตราย เพราะผู้ผลิตบางรายนำกรดกำมะถันซึ่งเป็นกรดที่มีฤทธิ์กัดกร่อนสูงมาเจือจางด้วยน้ำแล้วนำมาปลอมปนขายแทนน้ำส้มสายชูเมื่อบริโภคเข้าไปจะทำให้สารเคลือบฟันถูกกัดกร่อนกระเพาะอาหารและลำไส้จะถูกกรดกัดกร่อนเป็นแผล ดังนั้น การใช้ มะขามหรือน้ำมะนาวมาปรุงแต่งรสเปรี้ยวของอาหารแทนน้ำส้มสายชูจะมีความปลอดภัยมากกว่า.....

## เฉลยกิจกรรมท้ายบทที่ 12

1. แรง (Force) หมายถึง สิ่งที่มากระทำหรือพยายามกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพ เช่น ถ้ามีแรงมากระทำกับวัตถุซึ่งกำลังเคลื่อนที่ อาจทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่เร็วขึ้น ช้าลง หรือหยุดนิ่ง หรือเปลี่ยนทิศทาง

แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ คือ ต้องบอกขนาดและทิศทาง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

2. ความเร็ว (Velocity) คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงการกระจัด หรือการกระจัดที่เปลี่ยนแปลงไปในหนึ่งหน่วยเวลา การกระจัด ( $\vec{v}$ ) เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)

ส่วนอัตราเร็ว (Speed) คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา ใช้สัญลักษณ์ คือ  $V$  เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)

3. การกระจัด (Displacement) คือ ความยาวเส้นตรงที่เชื่อมโยงระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ การกระจัดใช้สัญลักษณ์  $\vec{S}$  เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็นเมตร (m)

4. แรงโน้มถ่วงและสนามโน้มถ่วง เมื่อเราปล่อยวัตถุ วัตถุจะตกลงสู่พื้น แสดงว่ามีแรงกระทำต่อวัตถุ โดยแรงนั้นเกิดจากแรงที่โลกดึงดูดวัตถุ เรียกว่า **แรงโน้มถ่วง** (Gravitational force) และวัตถุอยู่ในสนามของแรงโน้มถ่วง เรียกสั้นๆ ว่า **สนามโน้มถ่วง** (Gravitational field) โดยสนามโน้มถ่วงเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางที่เป็นต้นกำเนิดสนาม เช่น สนามโน้มถ่วงของโลกมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก ส่วนสนามโน้มถ่วงของดาวดวงใดก็มีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของดาวดวงนั้น

### 5. วิธีทำ

$$\text{จากสมการ } \vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

$$\text{ในที่นี้ } \Delta v = 300 - 0 = 300 \text{ กิโลเมตรต่อชั่วโมง} = \frac{300 \times 1000}{60 \times 60} = 83 \text{ เมตรต่อวินาที}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 30 - 0 = 30 \text{ วินาที}$$

$$\text{ดังนั้น } \vec{a}_{av} = \frac{83 \text{ เมตรต่อวินาที}}{30 \text{ วินาที}}$$

$$= 2.8 \text{ เมตรต่อวินาที}^2$$

ความเร่งเฉลี่ยของเครื่องบิน เท่ากับ 2.8 เมตรต่อวินาที<sup>2</sup>

## 6. จงอธิบายการกำเนิดเสียง

เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุเสียงจะเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดของเสียง ทุกทิศทางโดยเดินทางผ่านตัวกลาง 3 ชนิด คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ

## 7. สมบัติของเสียงมีกี่ประการ ประกอบด้วยอะไรบ้างจงอธิบาย

สมบัติของเสียง ประกอบด้วย 4 ประการ ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน

การสะท้อนของเสียง เสียงเคลื่อนที่จากตัวกลางจะมีการสะท้อนของคลื่นเสียงเกิดขึ้น

การหักเหของเสียง การหักเหของคลื่นเสียง คือ การเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงเมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปอีกตัวกลางหนึ่งที่มีความหนาแน่นต่างกัน

การแทรกสอด คือ ปรากฏการณ์ที่คลื่นเสียง 2 ขบวนเคลื่อนที่เข้ามาในตัวกลางเดียวกันเกิดการรวมคลื่นกันขึ้นทำให้เกิดการเสริมกันและหักล้างกัน

การเลี้ยวเบน คือ การที่คลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปพบสิ่งกีดขวางแล้วสามารถเคลื่อนที่อ้อมหลังสิ่งกีดขวางได้

8. สมชายตะโกนในหุบเขาได้ยินเสียงสะท้อนกลับมาในเวลา 6 วินาที ขณะนั้นอุณหภูมิของอากาศ 20 องศาเซลเซียส จงหาว่าเสียงเดินทางเป็นระยะทางเท่าไร

เสียงเดินทางไป - กลับ ใช้เวลา 6 วินาที

เสียงเดินทางเที่ยวเดียวใช้เวลาเพียงครึ่งหนึ่ง เวลา = 3 วินาที

อัตราเร็วของเสียงในอากาศ เมื่ออุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

$$1. \text{วิธีทำ อัตราเร็วของเสียงในอากาศใช้สูตร } Vt = 331 + 0.6 t \quad (t=\text{อุณหภูมิ})$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad Vt \text{ (เวลา)} &= 331 + 0.6 t \text{ (อุณหภูมิ)} \\ Vt &= 331 + 0.6 \times 20 \\ &= 331 + 12 \\ &= 343 \text{ เมตรต่อวินาที (m/s)} \end{aligned}$$

หาระยะทางที่เสียงเดินทางเที่ยวเดียว ,เวลา (t) = 3 วินาที

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ} \quad S &= Vt \\ \text{แทนค่า} \quad S &= 343 \times 3 \\ S &= 1,029 \text{ เมตร} \end{aligned}$$

$$\text{ตอบ} \quad \text{ระยะทาง} \quad 1,029 \text{ เมตร}$$

## 9. จงบอกประโยชน์ของพลังงานเสียง

1. ประโยชน์ของเสียงทางด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรม
2. ประโยชน์ทางการแพทย์
3. ประโยชน์ทางการประมง

## 10. จงบอกอันตรายที่เกิดจากพลังงานเสียง

เสียงที่ดังเกิน 85 เดซิเบล (เอ) ก่อให้เกิดอันตรายได้

### เฉลยกิจกรรมท้ายบทที่ 13

ให้นักศึกษาร่วมกันอภิปรายเรื่องเทคโนโลยีอวกาศ ในหัวข้อต่อไปนี้

## 1. ความหมายของเทคโนโลยีอวกาศ

ตอบ การนำความรู้ที่ได้จากการสำรวจสิ่งต่างๆ ที่อยู่นอกโลก และสำรวจโลกของเรามาใช้ ประโยชน์กับมนุษย์ โดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์และอวกาศ ซึ่งเกี่ยวกับด้านดาราศาสตร์ และวิศวกรรม ควบคู่กัน

## 2. ยานสำรวจอวกาศเป็นพาหนะพร้อมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ออกไปสำรวจนอกโลก ซึ่งจะแบ่งออกเป็นที่ประเภท อะไรบ้าง พร้อมทั้งอธิบาย

ตอบ 2 ประเภท คือ 1. ยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ควบคุมอยู่บนยาน ส่วนใหญ่สำรวจ ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ ห้วงอวกาศระหว่างดวงดาว เช่น โครงการลูนาร์ออเพิตอเรอร์ไปถ่ายภาพพื้นผิวดวงจันทร์ 2. ยานอวกาศที่มีมนุษย์ขับควบคุมอยู่บนยาน เช่น โครงการ เมอคิวรีมนุษย์อวกาศขึ้นไปโคจรรอบโลกครั้งละ 1 คน โครงการเจมินีมนุษย์อวกาศขึ้นไป เชื่อมต่อกับยานลำอื่นครั้งละ 2 คน เป็นต้น

## 3. ให้นักศึกษาบอกถึงประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ ของดาวเทียมมา 3 ข้อพร้อมทั้งอธิบายมาพอสังเขป

ตอบ

1. ใช้ดาวเทียมสื่อสาร เชื่อมโยงถ่ายทอดสัญญาณไปยังสถานีภาคพื้นดินที่ทำการส่งและรับสัญญาณ ดาวเทียมไทยคมใช้พัฒนาเครือข่ายการสื่อสาร และการกระจายเสียงและภาพโทรทัศน์ของประเทศไทย

2. การใช้ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา สำรวจถ่ายภาพการก่อตัวของเมฆ วัตถุในห้วงอวกาศชั้นบรรยากาศของโลกเป็นประจำทุกวัน

3. การใช้ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร สำรวจถ่ายภาพการใช้ที่ดิน สำรวจพื้นที่เพาะปลูก และพื้นที่ป่าไม้ สำรวจการประมงเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สำรวจแหล่งน้ำและชลประทาน สำรวจธรณีวิทยา แหล่งแร่ แหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติ เป็นต้น
4. เทคโนโลยีอวกาศมีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง
- ตอบ 1. ช่วยในการตรวจสอบสภาพอากาศและสามารถวางแผนการดำเนินชีวิตประจำวันได้
2. ดาวเทียมสื่อสารช่วยในการรับ-ส่ง สัญญาณโทรศัพท์ และสัญญาณโทรทัศน์ ทำให้เราสามารถรับรู้ข่าวสาร เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ได้
5. เหตุการณ์ด้านอวกาศที่สำคัญ เมื่อวันที่ 28 มกราคม 2529 เกิดเหตุการณ์อะไรขึ้น
- ตอบ เกิดโศกนาฏกรรมทางอวกาศกับกระสวยอวกาศแชลเลนเจอร์ระเบิดแตกเป็นเสี่ยง ๆ 73 วินาทีหลังออกบิน ทำให้สมาชิกลูกเรือทั้งเจ็ดคนเสียชีวิต

### เฉลยกิจกรรมท้ายบทที่ 14

#### แนวคำตอบการทดลองที่ 1

1. จากการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมพบว่า
- เมื่อทำการถอดหลอด LED ออก 1 หลอด พบว่าหลอด LED ที่เหลือจะดับ
2. จากการทดลองผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการทฤษฎี จากผลการทดลองได้อย่างไร
- การต่อวงจรแบบอนุกรม คือ การต่อวงจรด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปเรียงต่อกัน โดยกระแสไฟฟ้าจะไหลจากแหล่งจ่ายผ่านไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 2 และผ่านตัวต่อ ๆ ไป จนกลับมาครบวงจรที่แหล่งจ่ายไฟ เมื่ออุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่งขาดหรือหลุดจากวงจร จึงเปรียบเสมือนว่าวงจรขาด กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลได้ครบวงจร ทำให้อุปกรณ์ที่เหลือในวงจรไม่สามารถทำงานได้เช่นกัน จากการทดลองเมื่อทำการถอดหลอด LED ออก 1 หลอด จึงเป็นเหตุให้หลอด LED ที่เหลือดับ

#### แนวคำตอบการทดลองที่ 2

1. จากการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานพบว่า
- เมื่อถอดหลอดไฟออกหนึ่งหลอด หรือปิดสวิตช์บางตัวบนแผงสาธิต หลอดไฟที่เหลือยังคงติดอยู่
2. จากการทดลองผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการทฤษฎี จากผลการทดลองได้อย่างไร
- การต่อวงจรแบบขนาน เมื่ออุปกรณ์ไฟฟ้าตัวใดชำรุดหรือหลุดออกจากวงจร อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เหลือยังสามารถทำงานได้ เนื่องจากกระแสในวงจรขนานไหลแยกกันแต่ละวงจร



### แนวคำตอบการทดลองที่ 3

1. จากการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสมพบว่า

- เมื่อทำการถอดหลอด LED หลอดที่ 1 หรือ 2 ออก พบว่า หลอด LED ที่เหลือยังคงติดอยู่
- เมื่อทำการปลดหลอด LED หลอดที่ 3 ออก หลอด LED ที่เหลือดับ

2. จากการทดลองผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการทฤษฎี จากผลการทดลองได้อย่างไร

- วงจรไฟฟ้าแบบผสม คือ การต่อวงจรไฟฟ้าร่วมกันระหว่างวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
- จากการทดลอง เมื่อปลดหลอด LED หลอดที่ 1 หรือ 2 ออกพบว่า หลอด LED ที่เหลือยังคงสว่างอยู่ เนื่องจากเป็นส่วนของวงจรขนาน ซึ่งกระแสไฟฟ้าสามารถไหลครบวงจรได้ แต่เมื่อทำการปลดหลอด LED หลอดที่ 3 ออก พบว่าหลอด LED ที่เหลือดับทุกหลอด เนื่องจากเป็นส่วน ของวงจรอนุกรม ทำให้กระแสไฟไม่สามารถไหลได้ครบวงจร

## คณะผู้จัดทำ

### ที่ปรึกษา

นายสุรพงษ์ จำจด	เลขาธิการ กศน.
นางตรีณัฐ สุขสุเดช	ผู้อำนวยการกลุ่มพัฒนาการศึกษา กศน.
นายวิมล ชาญชนบท	ผู้อำนวยการ สถาบัน กศน. ภาคกลาง
ด.ต.ชาติวุฒิ เพ็ชรน้อย	รองผู้อำนวยการ สถาบัน กศน. ภาคกลาง

### ผู้สรุปเนื้อหา ผู้ตรวจและบรรณาธิการ

นายเชวงศักดิ์ มาโชค	ครู(สาขาเคมี) สำนักงาน กศน. จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
นางสาวจตุพร เกาะเกตุ	ครูอาสาสมัคร(สาขาชีววิทยาประยุกต์) สำนักงาน กศน. จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
นางสาวอรุณรัตน์ จิตรมัน	ครูอาสาสมัคร(สาขาชีววิทยาประยุกต์) สำนักงาน กศน. จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
นางสาวจุรีรัตน์ ผลงาม	ครู กศน.ตำบล(วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) สำนักงาน กศน. จังหวัดปทุมธานี
นางสาวชดาพร ฤทธิมังกร	ครู กศน.ตำบล(วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) สำนักงาน กศน. จังหวัดปทุมธานี
นางสาวปานทิพย์ แสงจันทร์	ครู กศน.ตำบล(สาขาชีววิทยา) สำนักงาน กศน. จังหวัดปทุมธานี
นางสาวจุรีพร ไปไล	ครู กศน.ตำบล(สาขาชีววิทยาประยุกต์) สำนักงาน กศน. จังหวัดปทุมธานี
นางสาวณัฐชуда บุตรศรี	ครู กศน.ตำบล(สาขาเคมี) สำนักงาน กศน. จังหวัดปทุมธานี
นางกมลรัตน์ กรรณสูต	ครู กศน.ตำบล(สาขาอาร์กขาพืช เอกโรคพืชวิทยา) สำนักงาน กศน. จังหวัดสุพรรณบุรี
นางสาวอรณัสน์ บรรจงจัด	ครู กศน.ตำบล(สาขาเคมี) สำนักงาน กศน. จังหวัดปทุมธานี

**ผู้สรุปเนื้อหา ผู้ตรวจและบรรณาธิการ(ต่อ)**

นายทรงพล รั้งผึ้ง

ครู กศน.ตำบล(สาขาเกษตร-พืชศาสตร์)  
สำนักงาน กศน. จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

นางสาวเกษสุวรรณ ทองเดือน

ครู กศน.ตำบล(สาขาเคมีอุตสาหกรรม)  
สำนักงาน กศน. จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

นางสาวปนัดดา จำนงค์ศิลป์

ครู กศน.ตำบล(สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป)  
สำนักงาน กศน. จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

นายธนพล สมภักดี

ครู กศน.ตำบล(สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป)  
สำนักงาน กศน. จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

นายสุทธิ ปราศรัย

ครู กศน.ตำบล(สาขาการไฟฟ้า)  
สำนักงาน กศน. จังหวัดสมุทรสาคร**ผู้พิมพ์ต้นฉบับ**

นางสาวอรุณโรจน์ ทองงาม

ครู สถาบัน กศน.ภาคกลาง

นางสาวอรุณวรรณ แสงทอง

ครู สถาบัน กศน.ภาคกลาง

นางสาวโชติกา ชัยชนะ

ครูผู้ช่วย สถาบัน กศน.ภาคกลาง

นางเหมือนฝัน ยองเพชร

ครูผู้ช่วย สถาบัน กศน.ภาคกลาง

นายธนากร ไชยโพคา

ครูผู้ช่วย สถาบัน กศน.ภาคกลาง

นางสาวเพ็ญชลิตา ขำสุนทร

เจ้าหน้าที่คอมพิวเตอร์ สถาบัน กศน.ภาคกลาง

**ผู้ออกแบบปก**

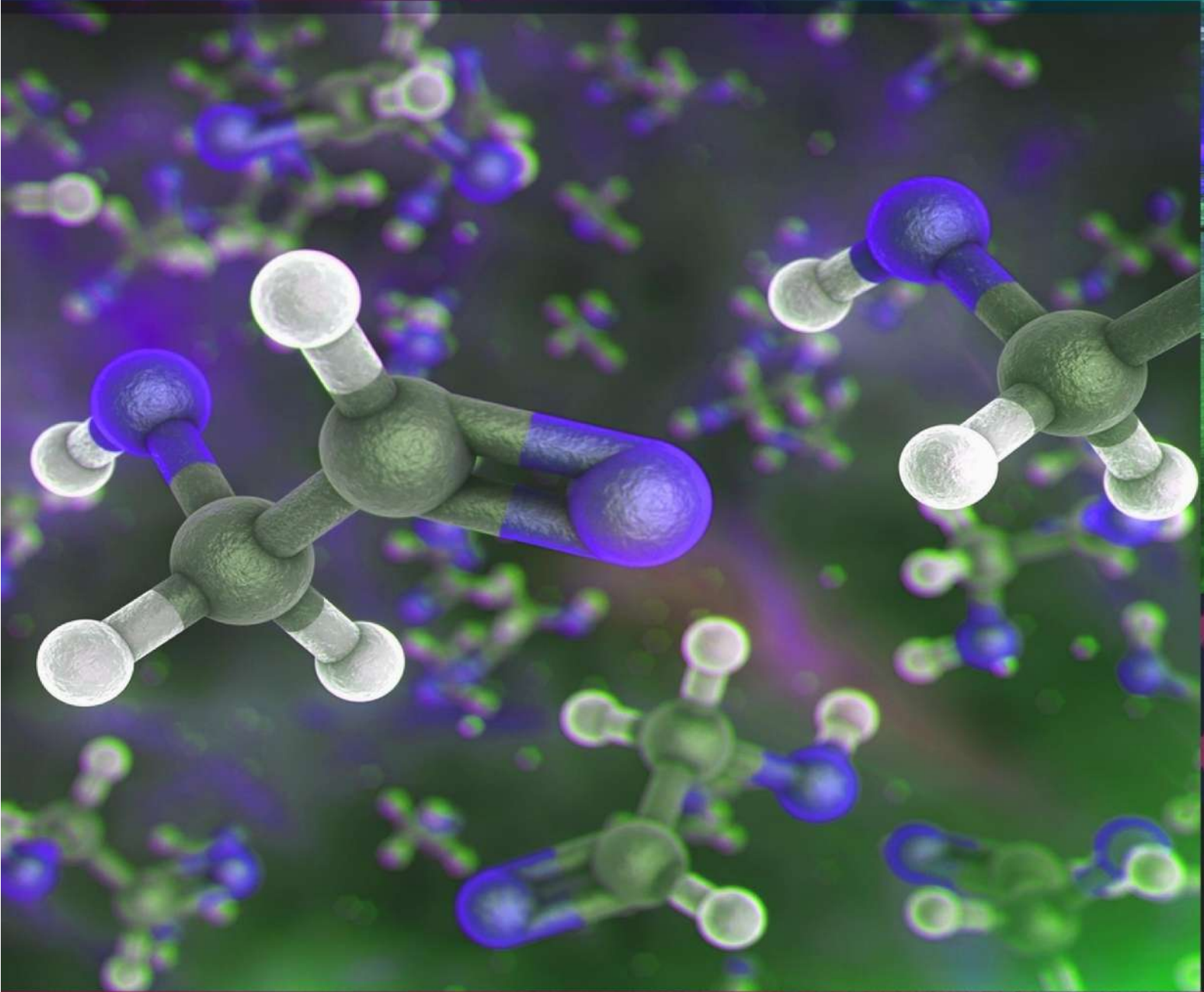
นายศุภโชค ศรีรัตนศิลป์

กลุ่มพัฒนาการศึกษาอกระบบ

และการศึกษาตามอัธยาศัย

C  
8  
+ 0  
2 1

555268



ออกแบบปก : ศุภโชค ศรีรัตนศิลป์

98345608792

1071654308/9-5-+62-

