

วิทยาศาสตร์ ๑.๓.๒

นายสมชาย อัคราภรณ์ B.Sc.(Lond.) A.R.C.S.
 วิชาวิทยาศาสตร์



พ.ศ. ๒๕๐๕

๗

500

๗๔๕๖๖

กระทรวงศึกษาธิการ
 อนุญาตให้ใช้เป็นแบบเรียนในโรงเรียนได้

๗๖/๔

วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒

กระทรวงศึกษาธิการอนุญาตให้ใช้ในโรงเรียนได้
นายบุญถิ่น อัตถากร B.Sc. (Lond.), A.R.C.S..
เรียบเรียง

ตามหลักสูตรประโยคมัธยมศึกษาตอนต้น

พุทธศักราช ๒๕๐๓



พิมพ์ครั้งที่หนึ่ง ๒๐,๐๐๐ ฉบับ

พ.ศ. ๒๕๐๕

ราคาเล่มละ ๘.๐๐ บาท

พิมพ์จำหน่ายที่ ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคล

ไทยวัฒนาพานิช

๕๕๕ ไมตรีจิต พระนคร โทรศัพท์ ๒๐๘๐๗

(สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ)

507
11

คำนำ

ในการเรียบเรียงแบบเรียนวิทยาศาสตร์ชุดมัธยมศึกษาตอนต้นนี้ ข้าพเจ้าพยายามให้ความรู้อันเป็นรากฐานทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันในสังคม และขึงมุ้งที่จะเร้าให้นักเรียนสนใจและรู้คุณค่าในวิทยาศาสตร์ ด้วยการฝึกฝนอบรมนักเรียนทั้งทางจิตใจและทางปฏิบัติให้ถูกต้องตามระเบียบวิธีและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ได้พยายามให้เป็นไปตามความมุ่งหมายของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2508 ซึ่งเป็นฉบับปัจจุบันของกระทรวงศึกษาธิการ กล่าวคือ

1. เพื่อสร้างเสริมทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
 2. สามารถเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ตามกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ได้
 3. ให้เข้าใจระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ ให้มีทักษะในการแสวงหาความรู้ และรู้จักนำไปใช้แก้ปัญหาต่างๆ
 4. ให้สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปช่วยสร้างเสริม สุข ภาพ สวัสดิภาพ ความเป็นอยู่ของตนเองและสังคม
 5. ให้รู้จักใช้และบำรุงรักษาเครื่องมือ อุปกรณ์ และผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์
 6. ให้รู้จักสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติ
 7. ให้สนใจและเห็นคุณค่าของผลงานวิทยาศาสตร์ในทางสันติ
- หนังสือชุดนี้สำเร็จเป็นรูปเล่มขึ้นได้ ก็ด้วยอุปการคุณของอาจารย์สนั่น สุมิตร อธิบดีกรมวิสามัญศึกษา ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำแก้ไข และอาจารย์ในกรมการฝึกหัดครูบางท่าน ได้กรุณาช่วยในการจัดทำต้นฉบับและจัดทำรูปต่างๆ นอกจากนี้กรมโลหกิจยังได้กรุณาอนุญาตให้ใช้รูปเกี่ยวกับหินและแร่ด้วย ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณทุกท่านที่กรุณาให้ความช่วยเหลือไว้ ณ โอกาสนี้

หนังสือชุดนี้แบ่งออกเป็นหน่วยตรงตามหลักสูตร และแต่ละหน่วยยึดหลักดังต่อไปนี้

1. ทุกหน่วยหรือบทมีข้อความสำคัญครบบริบูรณ์
 2. ใช้คำง่าย ๆ เพื่อให้เข้าใจได้สะดวก ถ้ามีคำใหม่เกิดขึ้นก็ได้ตีความหมายของคำนั้น ๆ ไว้ให้
 3. ข้อความหรือเรื่องราวซึ่งเห็นว่าใหม่และสำคัญก็พยายามกล่าวเน้นและซ้ำเพื่อให้จำได้ง่าย
 4. พยายามเปรียบเทียบปรากฏการณ์ที่ต้องเรียนกับปรากฏการณ์ง่าย ๆ ที่ผ่านมาแล้ว หรือพบเห็นเสมอ ๆ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนคุ้นเคยรู้จักเปรียบเทียบและสรุปความจากสิ่งที่เรียนมา
 5. พยายามอธิบายปัญหาต่างๆ ที่มักทำให้เข้าใจผิดและเป็นอุปสรรคในการศึกษาวิทยาศาสตร์ขั้นต่อไป
 6. พยายามสร้างปัญหาให้นักเรียน รวบรวมหลักฐาน ข้อเท็จจริงมาขบคิดและทำการทดลองพิสูจน์ด้วยตัวเอง
- ข้าพเจ้าหวังว่าหนังสือวิทยาศาสตร์ชุดนี้คงจะอำนวยความสะดวกแก่ผู้สอนและนักเรียน หากมีปัญหาหรือข้อบกพร่องประการใด หวังว่าคงได้รับความกรุณาแจ้งไปให้ข้าพเจ้าทราบ ทั้งนี้เพื่อจะได้ปรับปรุงหนังสือให้ดีขึ้นเพื่อประโยชน์แก่กุลบุตรและกุลธิดาสืบไป

บุญถิ่น อัตถากร

กรรมการฝึกหัดครู

มี.ศ. 2505

เลขห้อง

214

เลขหมู่

500

24567

เลขทะเบียน



สารบัญ

	หน้า
หน่วยที่ 1 แหล่งผลิตอาหารธรรมชาติ	1
บทที่ 1 หน้าที่ของส่วนต่างๆ ของพืช	2
บทที่ 2 การสร้างและสะสมอาหารของพืช	8
บทที่ 3 ศัตรูและประโยชน์ของพืช	12
บทที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต	17
หน่วยที่ 2 น้ำ	23
บทที่ 5 ธรรมชาติและสมบัติทั่วไปของน้ำ	24
บทที่ 6 การเปลี่ยนสถานะและวัฏจักรของน้ำ	28
บทที่ 7 อากาศละลายในน้ำ และความอ่อนความกระด้างของน้ำ	33
บทที่ 8 ไอโคโรเจน	39
หน่วยที่ 3 บรรยากาศ	44
บทที่ 9 ชั้นของบรรยากาศและปรากฏการณ์ในบรรยากาศ	45
บทที่ 10 ความกดดันของบรรยากาศ	52
หน่วยที่ 4 แสงแดด	61
บทที่ 11 เปลือกโลกและหิน	62
บทที่ 12 ดินและทราย	70
บทที่ 13 แร่และสินแร่	77
หน่วยที่ 5 เชื้อเพลิง	94
บทที่ 14 เชื้อเพลิง	95
บทที่ 15 ไฟและการสันดาป	100
หน่วยที่ 6 ความร้อนในชีวิตประจำวัน	109
บทที่ 16 ธรรมชาติ แหล่งกำเนิดและการขยายตัวของความร้อน	110
บทที่ 17 ความร้อนและอุณหภูมิ	119
บทที่ 18 การเปลี่ยนสถานะและความร้อนแฝง	127
บทที่ 19 การส่งผ่านความร้อนและประโยชน์ของความร้อน	132
หน่วยที่ 7 แสงสว่างในการเห็น	144
บทที่ 20 ธรรมชาติและการเคลื่อนที่ของแสง	145
บทที่ 21 กำลังส่องสว่าง	155
บทที่ 22 การสะท้อนของแสง	162
บทที่ 23 การหักเหของแสง รุ้ง และการเห็น	171
หน่วยที่ 8 ไฟฟ้า	178
บทที่ 24 ธรรมชาติของไฟฟ้า	179
บทที่ 25 แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสและ การนำไฟฟ้ากระแสแม่เหล็ก	183
บทที่ 26 กฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์	191
บทที่ 27 ผลจากกระแสไฟฟ้า	200
หน่วยที่ 9 เอกภพ ดาราศาสตร์	209
บทที่ 28 ดวงอาทิตย์ และระบบสุริยะ	210
บทที่ 29 ดาวเคราะห์ 9 ดวง และบริวารอื่นๆ ของดวงอาทิตย์	215
บทที่ 30 ดาวฤกษ์ ทางช้างเผือกและกาแล็กซี	230



โปรตีนจากพืชและสัตว์



วิตามินและเกลือแร่จากพืช

หน่วยที่ 1

แหล่งผลิตอาหารธรรมชาติ

อาหารเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ถ้าขาดอาหารร่างกายที่ไม่เจริญเติบโต สุขภาพไม่สมบูรณ์ และจะอ่อนแอลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งตายในที่สุด

อาหารที่เรารับประทาน อาจแบ่งออกได้เป็น ๓ ประเภทด้วยกันคือ **คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)** **ไขมัน (Fat)** และ **โปรตีน (Protein)** ข้าวที่เรารับประทานทุกวันเป็น คาร์โบไฮเดรต คาร์โบไฮเดรตและไขมันทำให้เกิดความร้อนและพลังงานในร่างกาย ส่วนโปรตีน ช่วยทำให้เซลล์ในร่างกายเจริญเติบโต และซ่อมแซมส่วนของร่างกายที่สึกหรอหรือได้รับบาดเจ็บ

อาหารที่อุดมสุทธักันนะ จะต้องม้อาหารทั้งสามประเภทนี้ และจะต้องมีแร่ของธาตุบางชนิด ประกอบอยู่ด้วย เช่นแร่เหล็ก ฟอสฟอรัส และไอโอดีน เป็นต้น แร่เหล่านี้ แม้ว่าร่างกายของเราจะต้องการเป็นจำนวนน้อย แต่ก็มีความสำคัญต่อร่างกายของเรามาก

นอกจากนั้น **วิตามิน (Vitamin)** ก็ยังเป็นสิ่งที่จำเป็นแก่ร่างกายของเราด้วย มันช่วยการเจริญเติบโตของร่างกาย และทำให้ร่างกายมีสุขภาพสมบูรณ์ คนที่ร่างกายขาดวิตามินมักจะเป็นโรคต่าง ๆ เช่นโรคเหน็บชา โรคผิวหนัง โรคเกี่ยวกับประสาทและสายตา เป็นต้น

เราได้อาหารต่าง ๆ เหล่านี้มาจากไหน ถ้าลองสังเกตดูอาหารที่เราจำมาจากตลาด ก็จะเห็นว่า ส่วนใหญ่เป็นผักและเนื้อ นอกจากนี้ยังมีอาหารอื่น ๆ อีกบ้างเล็กน้อย ถ้าเราลองพิจารณาดูอาหารเหล่านี้ ก็จะเห็นว่าอาหารทุกชนิดมาจากพืชทั้งสิ้น ผักที่เราซื้อได้จากพืชโดยตรง คือเป็นส่วนต่าง ๆ ของพืช เนื้อสัตว์เป็นอาหารที่ได้จากพืชโดยทางอ้อม เพราะสัตว์กินพืชเป็นอาหาร หรือมีฉะนั้นก็กินสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร อาหารสำเร็จรูปต่าง ๆ ก็ทำมาจากพืชโดยตรงหรือโดยทางอ้อมทั้งสิ้น

พืชเป็นแหล่งผลิตอาหารธรรมชาติที่สำคัญ ถ้าโลกเราปราศจากพืช ไม่นานสัตว์ทั้งหลายบนโลกก็จะล้มตายหมด เพราะปราศจากอาหาร คนเราก็ไม่อาจดำรงชีวิตอยู่ได้ เราจึงควรได้ทราบเรื่องราวเกี่ยวกับพืช เป็นต้นว่า หน้าที่ส่วนต่าง ๆ ของพืช การสร้างอาหาร การสะสมอาหาร ศัตรูและบุญของพืช ซึ่งจะได้อีกกล่าวถึงในหน่วยนี้

หน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ของพืช

เราเคยได้ทราบแล้วว่า พืชแบ่งเป็นหมู่เป็นพวกอย่างไร พืชที่เราคุ้นเคยและได้ใช้ประโยชน์มากที่สุด ได้แก่ พืชดอก พืชดอกมีส่วนสำคัญต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ

1. ราก
2. ลำต้นและตา
3. ใบ
4. ดอก ผล และเมล็ด

ต่อไปนี้ จะได้กล่าวถึงส่วนต่าง ๆ ของพืช เพื่อให้ทราบถึงหน้าที่สำคัญของมันบ้างตามสมควร



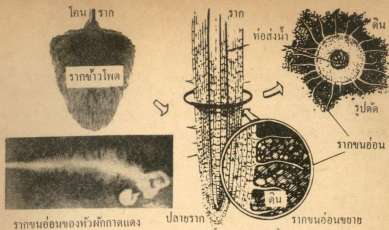
๑. รากและหน้าที่ของราก

รากของพืชโดยทั่วไปอยู่ในดิน รากของพืชทำหน้าที่สำคัญคือ ยึดลำต้นให้มั่นคงอยู่กับดิน ดูดน้ำและเกลือแร่จากพื้นดินส่งไปให้ใบ ต้นไม้โดยทั่วไปมีรากใหญ่ต่อจากโคนต้นหยั่งลึกลงไปในดิน เราเรียกรากใหญ่นี้ว่า รากแก้ว (Primary Root)



รากแก้วและรากแขนง

รากแก้วช่วยยึดลำต้นให้ตั้งขึ้นมั่นคงและล้มยาก จากรากแก้วมีรากเล็ก ๆ แยกออกไป เป็นกิ่ง เราเรียกว่า รากกิ่ง (Secondary Root) จากรากกิ่งมีรากเล็ก ๆ แยกออกไปอีก เรียกว่า รากแขนง (Tertiary Root) ที่ปลายรากแขนงมีรากเล็ก ๆ มีลักษณะคล้ายขน เรียกว่า รากขนอ่อน (Root Hairs) รากขนอ่อนนี้เล็กมาก มองด้วยตาเปล่าเกือบไม่เห็น ต้องใช้แว่นขยายส่องดูจึงจะเห็นได้ชัด



พืชพวกหญ้า ต้นข้าว หอม และข้าวโพด มีรากงอกออกจากโคนลำต้น เป็นเส้นฝอยๆ รวมกันอยู่เป็นกระจุก เราเรียกรากชนิดนี้ว่า รากฝอย (Fibrous Roots)

บางที่รากของพืชไม่ได้ยื่นออกจากโคนลำต้นหยั่งลงไปดิน แต่องอกออกจากกิ่งหรือลำต้น เช่น รากไทรและโกงกางห้อยจากกิ่งหรือลำต้นหยั่งลงไปดิน เพื่อช่วยค้ำจุนให้ต้นไม้แก่กิ่งก้านสาขาวิ้งใหญ่ รากที่ข้อโคนต้นข้าวโพดช่วยค้ำจุนลำต้นให้สูงชะลูดได้ รากของพืชบางชนิดเช่นรากพลูและพริกไทยงอกจากลำต้นซึ่งเป็นเถาสำหรับเกาะหลัก รากของพืชบางอย่าง เช่น รากกล้วยไม้ ห้อยอยู่ในอากาศสำหรับดูดน้ำจากอากาศ รากพืชบางอย่างมีสีเขียวและอยู่ในอากาศ ทำหน้าที่ปรุงอาหารต่างใบได้ด้วย

โดยมากส่วนของพืชที่อยู่ในดิน มีแต่เฉพาะรากเท่านั้น รากจึงเป็นทางเดียวที่พืชจะรับเอาน้ำและเกลือแร่จากดินไปปรุงเป็นอาหารได้ เกลือแร่ที่พืชรับเข้าไปจะต้องละลายในน้ำ เป็นสารละลายเสียก่อน จึงจะซึมเข้าไปในรากได้ รากที่ทำหน้าที่ดูดน้ำและเกลือแร่จากดิน คือรากขนอ่อน รากขนอ่อนเล็กไม่แข็งแรงและขาดง่าย ดังนั้นเมื่อตอนต้นพืชไปปลูกที่อื่น ต้นพืชมักจะเหี่ยวเฉา เพราะรากขนอ่อนขาดหมดและงอกขึ้นใหม่ไม่ทัน จึงดูดน้ำและเกลือแร่ไปปรุงอาหารไม่ได้ เวลาย้ายต้นพืชไปปลูกที่ใหม่ เขาจึงต้องขุดดินให้ติดไปด้วย รากขนอ่อนจะได้ไม่ขาด



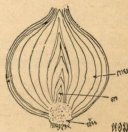
ถ้าสังเกตดูต้นไม้บางอย่าง เช่นต้นมะม่วง กระท้อน จะเห็นว่ามันแตกกิ่งก้านสาขาเป็นพุ่มใหญ่ ถ้ารากไม้ชนิดนั้นไว้ให้นั้นคงแล้ว เมื่อถูกลมพัดไม่แรงนัก มันก็จะล้มได้ โดยเหตุนี้ รากของพืชจึงแผ่กิ่งก้านสาขาไปในพื้นดินไกลพอ ๆ กับกิ่งก้านสาขาซึ่งแตกแผ่จากลำต้นออกไปในอากาศ จึงสามารถยึดลำต้นไว้ได้มั่นคง

นอกจาก ทำหน้าที่เกาะยึดลำต้นไว้รับน้ำและเกลือแร่จากดิน และปรุงอาหาร ดังกล่าวมาแล้ว รากของพืชบางอย่าง ทำหน้าที่สะสมอาหาร เช่น รากสามสิบ หัวผักกาดซึ่งเราใช้เป็นอาหาร รากของพืชบางชนิด ทำหน้าที่หายใจ เช่นรากโกงกางและลำพู เป็นต้น

๒. ลำต้นและหน้าที่ของลำต้น

ลำต้น โดยทั่วไป เป็นส่วนที่งอกต่อขึ้นมาจากรากขึ้นขึ้นไปสู่อากาศ ลำต้นมีลักษณะต่างๆ กัน เช่นลำต้นของ ไม้ล้มลุก (Herb) มีลำต้นยาวเล็ก และอ่อน ลำต้นของ ไม้พุ่ม (Shrub) และ ไม้ยืนต้น (Tree) เป็นไม้แก่

ลำต้นของพืชรวมทั้งกิ่ง มีหน้าที่ขูดใบของพืช ต้องการแสงแดดสำหรับช่วยในการปรุงอาหาร ลำต้นและกิ่งจึงทำหน้าที่ แดกตา ให้เจริญเติบโตเป็นดอกและใบและให้ดอกมีโอกาสผสมเกสรได้ง่าย และเพื่อให้ใบรับแสงสว่างได้เพียงพอ หน้าที่สำคัญอย่างหนึ่งก็คือ ลำต้น เป็นทางลำเลียงน้ำและเกลือแร่ ที่รากดูดเข้าไป ส่งไปสู่ใบ เพื่อให้ใบปรุงเป็นอาหาร เมื่อใบของพืชปรุงอาหารสำเร็จเรียบร้อยแล้ว ลำต้นของพืชจะทำหน้าที่เป็นทางส่งอาหารไปเลี้ยงและสะสม ไว้ตามส่วนต่าง ๆ





ใบ ถ่ายด้วยเอกซ์เรย์

เป็นแผ่นใหญ่บ้าง และเป็นใบยาวเรียวบ้าง นอกจากนั้นใบยังเรียงกันเป็นแบบแปลก ๆ อีกด้วย ใบที่แตกจากข้อเดียวกันจะเรียงกันรอบข้อไม่ซ้อนกัน ถ้าข้อหนึ่งมีเพียง 2 ใบ มันก็จะอยู่ตรงข้ามกัน และในข้อถัดไปก็จะหันไปอีกทางหนึ่งใบซ้อนกัน ที่เป็นเช่นนั้นก็เพื่อให้ใบพืชทุกใบได้รับแสงแดดมากที่สุด

ใบทำหน้าที่สำคัญ ๓ ประการคือ สร้างอาหาร หายใจ (Respiration) และ คายน้ำ (Transpiration) นอกจากหน้าที่สำคัญทั้ง ๓ นี้ ใบของพืชบางชนิดยังทำหน้าที่พิเศษต่าง ๆ เช่น พืชลำต้น ใต้แก่ฐานใบของต้นกล้วย มีลักษณะเป็นกาบหนา ซ้อนกันแน่น ทำหน้าที่สะสมอาหารและป้องกันลำต้น เช่น เกล็ดใบกล้วยหอม ทำหน้าที่เกาะยึด เช่น ใบคำลิง

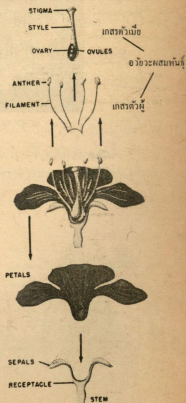
๔. ดอกผลและเมล็ด

ดอกเป็นส่วนที่แตกออกไป จากกิ่ง หรือ ลำต้นและทำหน้าที่สืบพันธุ์ ดอกไม่มี กลีบ-

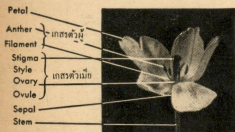
นอกจากหน้าที่สำคัญที่กล่าวแล้วนี้ ลำต้นของพืชบางชนิดยังทำหน้าที่พิเศษต่าง ๆ อีก เช่น ลำต้นของกระบองเพชรมีสีเขียว ทำหน้าที่ปรุงอาหาร แทนใบ ลำต้นบางชนิดอยู่ใต้ดินทำหน้าที่เก็บอาหาร เช่น หัวเผือก แง่งขิง ข่า และขมิ้น เป็นต้น ลำต้นบางชนิดทำหน้าที่เกาะยึด เช่น บวบ และน้ำเต้า เป็นต้น

๓. ใบและหน้าที่ของใบ

ใบของพืชขึ้นต่อออกไปจากกิ่งหรือลำต้น พืชดอกมีใบสีเขียว ใบส่วนมากเป็นแผ่นบางใหญ่เพื่อจะได้รับแสงแดดเต็มที่ ตรงกลางใบมีเส้นใหญ่เรียกว่า เส้นกลางใบ (Midrib) และมีเส้นฝอย (Vein) แยกออกจากเส้นกลางใบเป็นจำนวนมาก เส้นกลางใบและเส้นฝอย ทำหน้าที่พองใบและเป็นทางลำเลียงติดต่อกับลำต้น ใบมีรูปร่างต่างๆ กัน เช่น มีขอบเรียบบ้าง หักเป็นแฉก ๆ บ้าง



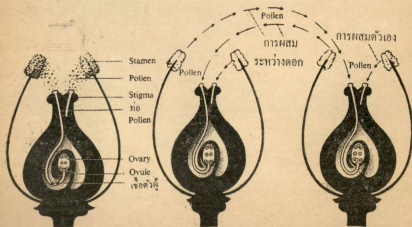
รอง (Sepals) ซึ่งมีสีเขียวหลายกลีบค้ำยกัน เหนือกลีบรองขึ้นไปเป็น กลีบดอก (Petals) หลายกลีบ มีสีสรรสวยงามและแปลกๆ ถัดกลีบดอก เข้าไปเป็น เกสรตัวผู้ (Stamen) ซึ่งเป็นก้านเล็กๆ มีกระเปาะตรงปลาย เรียกว่า กระเปาะเกสรตัวผู้ (Anther) ภายในกระเปาะมี ละอองเกสรตัวผู้ (Pollens) อยู่เป็นจำนวนมาก ตรงกลางดอกเป็นเกสรตัวเมีย (Pistil) ซึ่ง ประกอบด้วย ยอดเกสรตัวเมีย (Stigma) ก้านชูยอดเกสรตัวเมีย (Style) และ รังไข่ (Ovary) ภายในรังไข่จะมีถุงเล็กๆ อยู่หลายถุง แต่ละถุงมี ไข่ (Ovule) อยู่ใบหนึ่ง ไข่เมื่อได้รับเชื้อตัวผู้ ก็จะผสมพันธุ์กันและเจริญเติบโตเป็น “ต้นพืชอ่อน”

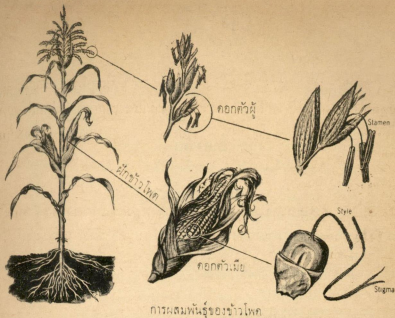


ดอกสมบูรณ์

ดอกไม้บาง ชนิด ซึ่งมี ลักษณะ ดังกล่าวนี้นี้ คือ มีทั้งเกสรตัวผู้และ เกสรตัวเมียอยู่ภายในดอกเดียวกัน เราเรียกมันว่า ดอกสมบูรณ์ (Perfect Flower) แต่ดอกไม้บางชนิดมีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย อยู่คนละดอก เรา เรียกดอกชนิดนี้ว่า ดอกไม่สมบูรณ์

เมื่อเกสรตัวผู้แก่เต็มที่ กระเปาะเกสรตัวผู้จะเปิดออกปล่อยให้ละอองเกสรตัวผู้ซึ่งเป็นละออง สีเหลืองเล็กๆ ตกกลงไปบนยอดเกสรตัวเมียในดอกสมบูรณ์ เกสรตัวผู้อาจปลิวตามลมหรือถูกแมลง





การผสมพันธุ์ของข้าวโพด

เช่นถึงหาไปติดบนยอดเกสรตัวเมียของดอกอื่นของพืชชนิดเดียวกัน ยอดเกสรตัวเมียมักมีน้ำเหนียวๆ ซึ่งช่วยให้ละอองเกสรตัวผู้เกาะติดได้ดี

ละอองเกสรตัวผู้ที่ติดอยู่บนยอดเกสรตัวเมีย จะงอกเป็นหลอดยาวทางลงไปตามก้านชูยอดเกสรตัวเมียจนถึงรังไข่ แล้วจะปล่อยเรื้อตัวผู้ให้ผสมกับไข่อ่อน ถ้าไข่แก่เต็มที่แล้วก็จะผสมพันธุ์และเจริญเติบโตเป็น “ต้นพืชอ่อน” มีอาหารอยู่รอบๆ สำหรับเลี้ยงต้นพืชอ่อนเมื่อเริ่มงอก ผนังรังไข่จะกลายเป็นเปลือกแข็งห่อหุ้มต้นอ่อนและอาหาร เราเรียกเปลือกแข็ง อาหารและต้นอ่อนนี้ว่า เมล็ด (Seeds) พืชบางชนิดเมื่อเมล็ดแก่แล้ว รังไข่จะแยกออกปล่อยให้เมล็ดหลุดไป เช่น งามและละหุ่ง แต่พืชบางชนิด ผนังของรังไข่จะเปลี่ยน

การงอกของเมล็ดในเล็อง
เดี่ยว เช่นเมล็ดข้าวโพด

การงอกของเมล็ดในเล็องคู่ เช่นเมล็ดถั่ว



เป็นเนื้อห่อหุ้มเมล็ด ซึ่งเราเรียกว่า ผล (Fruits) เช่นมะม่วง น้อยหน่า มังคุด

สิ่งควรทำ

จงรวบรวมใบและดอกที่ชนิดต่าง ๆ ดอกหรือตัดให้แห้ง สำหรับเก็บเข้าพิพิธภัณฑ์

แบบฝึกหัดบทที่ 1

1. อาหารของมนุษย์มีกี่ชนิด อะไรบ้าง
2. เหตุใดจึงถือว่าพืชเป็นแหล่งผลิตอาหารธรรมชาติ
3. จงอธิบายถึงรากชนิดต่าง ๆ
4. จงบอกหน้าที่สำคัญของ ราก ลำต้น และใบ
5. จงอธิบายถึงส่วนต่าง ๆ ของดอก
6. ดอกสมบูรณ์และดอกไม่สมบูรณ์ต่างกันอย่างไร
7. ผลและเมล็ดเกิดขึ้นได้อย่างไร

บทที่ 2

การสร้างและสะสมอาหารของพืช

ราก ลำต้น และใบของพืชมีส่วนช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการสร้างอาหารของพืช รากทำหน้าที่ดูดเอาน้ำและเกลือแร่จากดิน ส่งผ่านลำต้นไปให้ใบ ใบทำหน้าที่ปรุงอาหารให้สำเร็จรูป และส่งผ่านลำต้นไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืช และอาหารที่สร้างขึ้นมากเกินความต้องการจะถูกสะสมไว้ยังส่วนต่างๆ ของพืช อาหารที่สะสมไว้นี้เป็นแหล่งอาหารสำคัญของมนุษย์และสัตว์ ดังนั้นใบของพืชจึงเปรียบเสมือนแม่ครัวปรุงอาหารเลี้ยงสิ่งมีชีวิตทั่วโลก

มีราก และ ลำต้น เป็นลูก มือคอยช่วยเหลือส่ง ส่วนประกอบ ของอาหาร พืชที่สร้างอาหารได้เป็นพืชที่มีสีเขียว เพราะสีเขียวเป็นสิ่งที่จำเป็นในการสร้างอาหาร ดังจะได้อธิบายต่อไป

๑. การสร้างน้ำตาลหรือการสังเคราะห์แสง

น้ำตาล เป็น อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ซึ่งพืชสร้างขึ้นโดย การ



ใบของพืชใบเลี้ยงคู่ตัดตามขวางแสดงภายใน

ใบซึ่งมีกลไกที่ช่วยผลิตอาหาร



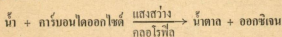
มันฝรั่งเป็นรากที่สะสมน้ำตาล

สังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ส่วนอาหารชนิดอื่น ๆ
เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำตาลภายในพืช

ในพืชที่มีสีเขียว มีสารสีเขียว ซึ่งเรียกว่าคลอโรฟิลล์
(Chlorophyll) คลอโรฟิลล์ในใบช่วยในการสร้างน้ำตาล ถ้า
ปราศจากคลอโรฟิลล์ พืชก็ปรุงน้ำตาลไม่ได้ โดยเหตุนี้
พืชชั้นต่ำซึ่งไม่มีสีเขียว เช่นเห็ดและราจึงสร้างอาหารเอง
ไม่ได้ และต้องอาศัยคุณค่าอาหารจากพืชชนิดอื่น

สิ่งจำเป็นที่ใบของพืชใช้สร้างน้ำตาล ได้แก่ น้ำ
คาร์บอนไดออกไซด์ แสงสว่างและคลอโรฟิลล์ ใบของพืช
ได้น้ำที่รากดูดขึ้นไปจากดินและส่งผ่านลำต้นไปถึงใบ ใบ

ของพืชดูดคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศเข้าไปตามรูเล็ก ๆ ซึ่งมีอยู่ทั่วไปตาม
ใบ รูเล็ก ๆ นี้เรียกว่า ปากใบ เมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปสู่ใบ น้ำ
ในใบจะละลายคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วแสงแดดและคลอโรฟิลล์จะเปลี่ยนน้ำ
และคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นน้ำตาลและออกซิเจน เราอาจเขียนสมการแสดง
ปฏิกิริยาได้ดังนี้

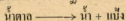


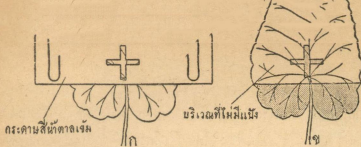
เหตุที่เรียกว่าการสร้างน้ำตาลของพืชว่า การสังเคราะห์แสง เพราะพืชต้องการพลังงานแสง
หรือแสงแดดจากดวงอาทิตย์ เพื่อช่วยให้มันรวมกับคาร์บอนไดออกไซด์และเปลี่ยนเป็นน้ำตาล โดย
เหตุนี้ พืชจึงสร้างน้ำตาลได้เฉพาะเวลากลางวัน ส่วนเวลากลางคืน พืชสร้างน้ำตาลไม่ได้เพราะไม่มี
แสงแดด ในการสร้างน้ำตาลจะมีก๊าซออกซิเจนเกิดขึ้นด้วย และออกซิเจนที่เกิดขึ้นนี้ จะซึมออกมา
ทางปากใบ โดยเหตุนี้ เวลากลางวันพืชจึงคายออกซิเจนออกมามากกว่าที่มันหายใจเข้าไป ส่วน
เวลากลางคืนพืชปรุงน้ำตาลไม่ได้ มันจึงหายใจเอาแต่ออกซิเจนเข้าไปอย่างเดียว ไม่มีก๊าซออกซิเจน
ถูกคายออกมา ก๊าซที่ใบคายออกมาจึงมีแต่คาร์บอนไดออกไซด์

๒. การสร้างแป้ง

แป้งเป็นอาหารคาร์โบไฮเดรตอีกอย่างหนึ่ง พืชเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแป้ง
ได้ ไชมัน น้ำมัน และโปรตีนก็เปลี่ยนไปจากน้ำตาล

น้ำตาลเปลี่ยนไปเป็นแป้งตามปฏิกิริยาดังนี้





ในการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแป้ง พืชต้องอาศัย น้ำย่อย (Enzyme) บาง

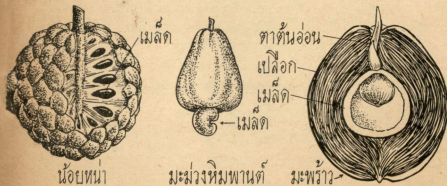


ชนิดเป็นตัวการสำหรับช่วยเปลี่ยน พืชเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแป้งได้โดยไม่ต้องอาศัยแสงสว่างและคลอโรฟิลล์ ดังนั้น นอกจากใบแล้วส่วนอื่นๆ ของพืชก็เปลี่ยนน้ำตาลเป็นแป้งได้ด้วย เมื่อใบของพืชสร้างน้ำตาลโดยการสังเคราะห์แสงเสร็จแล้ว มันจะส่งน้ำตาลไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืช น้ำตาลบางส่วนจะถูกเปลี่ยนไปเป็นแป้งเนื่องจากแป้งละลายน้ำไม่ได้ มันจึงถูกส่งไปยังส่วนอื่นไม่ได้ แต่จะถูกเก็บสะสมไว้ในส่วนของพืชที่สร้างแป้งขึ้น เช่น ในราก ในลำต้น เป็นต้น เมื่อพืชต้องการจะใช้เป็นอาหาร ก็จะใช้น้ำย่อยเปลี่ยนแป้งให้กลับเป็นน้ำตาลอีกครั้งหนึ่ง

๓. การสร้างไขมัน

ไขมันของพืชมีทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลว ไขมันที่เป็นของเหลวเราเรียกว่า น้ำมัน เช่นน้ำมันมะพร้าว การเปลี่ยนน้ำตาลเป็นไขมันนั้น เกิดขึ้นได้ทั้งเวลากลางวันและกลางคืน เพราะไม่จำเป็นต้องอาศัยแสงสว่างช่วย

พืชจะเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็น กลีเซอริน (Glycerin) และ กรดไขมัน (Fatty Acid) กลีเซอรินกับกรดไขมันรวมกันกลายเป็นไขมันหรือน้ำมัน ไขมันและน้ำมันส่วนมากสะสมอยู่ในเมล็ดของพืช น้ำมันพืชมีประโยชน์มาก เราใช้เป็นอาหาร ทำสบู่ ทำสีทา น้ำมันหล่อลื่น และอื่นๆ



๔. การสร้างโปรตีน

โมเลกุลของโปรตีนมีลักษณะซับซ้อน ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน ซึ่งได้จากน้ำตาล และมีไนโตรเจน กำมะถัน และบางทีก็มีฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบอีกด้วย พืชได้ในโตรเจน กำมะถัน และฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นส่วนผสมของปุ๋ยในดินโดยรากดูดขึ้นไป พืชรับไนโตรเจนในอากาศเข้าไปโดยตรงไม่ได้ ต้องเปลี่ยนให้เป็นเกลือไนเตรตละลายน้ำอยู่ในดินเสียก่อน ไนโตรเจนในอากาศเปลี่ยนไปเป็นเกลือไนเตรตได้โดยอาศัยการทำงานของแบคทีเรีย ซึ่งอาศัยอยู่ตามรากของพืชตระกูลถั่ว และอาศัยการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในบรรยากาศ เมื่อเกิดฟ้าผ่า

เกลือแร่และน้ำตาลไม่ได้เปลี่ยนเป็นโปรตีนโดยตรง แต่จะรวมกันเป็นกรดอะมิโน (Amino Acid) ก่อน แล้วโมเลกุลของกรดนี้จะรวมกันเป็นโปรตีน การสร้างโปรตีนเกิดขึ้นได้ทั้งกลางวันและกลางคืน

๕. การสะสมอาหารของพืช

เมื่อพืชสร้างอาหารขึ้นแล้ว บางส่วนก็จะถูกใช้ไปเพื่อการเจริญเติบโตของพืช ส่วนมากพืชสร้างอาหารเกินความต้องการของมันเองในขณะนั้น อาหารบางส่วน จึงถูกเก็บสะสมไว้ใช้ยามขาดแคลน

อาหารที่พืชสะสมไว้อาจเป็น น้ำตาล แป้ง ไขมัน หรือน้ำมันและโปรตีน ก็ได้ แหล่งสะสมอาหารอาจเป็นราก ลำต้น ใบ เมล็ด หรือผลก็ได้ เป็นต้นว่า หัวผักกาดแดงสะสมน้ำตาลไว้ในราก สาकुสะสมแป้งไว้ในลำต้น ละหุ่งสะสมน้ำมันไว้ในเมล็ด และถั่วเหลืองสะสมโปรตีนไว้ในเมล็ด อ้อยสะสมน้ำตาลไว้ในลำต้น มังคุดสะสมอาหารไว้ในผล หอมสะสมอาหารไว้ในใบ หัวผักกาดสะสมอาหารไว้ในราก และข้าวสะสมอาหารไว้ในเมล็ด

อาหารที่พืชสะสมไว้ส่วนใหญ่เป็นแป้ง เพราะเมื่อต้องการจะใช้อาหาร พืชเปลี่ยนแป้งให้กลับเป็นน้ำตาลได้ง่าย แป้งมักถูกสะสมอยู่ตามรากหรือหัว เช่นเผือกและมัน ตามลำต้น เช่นสาकु และตามเมล็ดเช่นข้าว

มีพืชหลายชนิดสะสมน้ำมันไว้มากในเมล็ด เช่นถั่วลิสง มะพร้าวและละหุ่ง น้ำมันที่สะสมไว้เป็นอาหารของต้นอ่อนในเมล็ดเมื่อเมล็ดงอก

แบบฝึกหัดบทที่ 2

1. จงเติมข้อความลงในช่องว่าง

- ก. พืชที่สร้างอาหารได้เอง เป็นพืชที่มี.....
 ข. ในการสังเคราะห์แสง พืชเปลี่ยน.....และ.....ให้เป็น.....
 ค. น้ำตาลเปลี่ยนไปเป็น.....ได้
 ง. อาหารที่พืชสะสมไว้ส่วนใหญ่เป็น.....
 จ. พืชสร้างน้ำตาลแต่เฉพาะเวลา.....เพราะต้องการ.....
2. ใบของพืชสีเขียวเป็นแม่ครัวใหญ่ หมายความว่าอย่างไร
 3. การสังเคราะห์แสงคืออะไร
 4. พืชสร้างแป้งได้อย่างไร
 5. ไขมันและโปรตีนเกิดขึ้นได้อย่างไร
 6. จงอธิบายการสะสมอาหารของพืชพร้อมทั้งยกตัวอย่าง

บทที่ 3

ศัตรูและปุ๋ยของพืช

พืชจะงอกงามเจริญเติบโตได้ ต้องได้รับปุ๋ยพอเพียงแก่ความต้องการ และต้องไม่มีศัตรูมากย่ำทำลาย นอกจากนั้นสภาพแวดล้อมยังต้องพอเหมาะแก่การเจริญเติบโตอีกด้วย ในบทนี้จะได้กล่าวถึงศัตรูและปุ๋ยของพืชให้ทราบไว้บ้าง จะได้เป็นแนวทางในการบำรุงรักษาพืชที่เราปลูกไว้



ร่องข้าวโพดมีวัชพืช



ถึลยหำวำรัชพืชแล้ว

๑. ศัตรูของพืช

ศัตรูของพืชทำความเสียหายให้แก่พืชปีละมากๆ ทำให้พืชไม่เจริญงอกงาม ออกดอกและผลไม่เต็มที่ และไม่สมบูรณ์ บางครั้งศัตรูของพืช

ทำอันตรายได้มาก จนถึงกับทำให้พืชตายไปเลยก็มี หรือมีฉะนั้น ก็ทำให้พืช
แคะแกร็น

ศัตรูของพืชแบ่งออกเป็นพวกใหญ่ ๆ ได้ 3 พวกด้วยกันคือ

- (1) วัชพืช
- (2) แมลง
- (3) เชื้อโรค

๒. วัชพืช (Weeds)

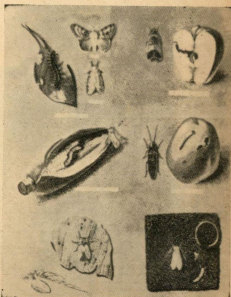
วัชพืชหมายถึงพืชที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อเราโดยตรง และเป็นศัตรูของ
พืชที่เราปลูกไว้เพื่อเอาประโยชน์ วัชพืชส่วนใหญ่ได้แก่หญ้าที่ขึ้นอยู่ตามเรือก
สวนไร่่นา

เราทราบแล้วว่า พืชต้องการน้ำและเกลือแร่ต่างๆ ในดิน เพื่อนำไปสร้างเป็นอาหารสำหรับ
บำรุงเลี้ยงพืชให้เจริญเติบโตและอาหารที่เหลือก็สะสมไว้ ซึ่งคนและสัตว์ได้กินเป็นอาหาร วัชพืช
ก็ต้องการน้ำและเกลือแร่ต่างๆ ในดินเหมือนกัน มันจึงคอยแย่งน้ำและเกลือจากพืชที่เราปลูกไว้ ทำ
ให้เกลือแร่ในดินหมดไปโดยเร็ว และที่ดินแห่งนั้นก็จะมีขาดแคลนเกลือแร่ พืชที่เราปลูกไว้ก็จะไม่
เจริญเติบโต โดยเหตุนี้เราจึงต้องคอยกำจัดหญ้าที่ขึ้นในแปลงผักในท้องนาและในไร่อยู่เสมอ

๓. แมลง (Insects)

แมลง เป็นศัตรูที่สำคัญของพืช
และกำจัดให้หมดได้ยาก มันทำ
อันตรายแก่พืช ทำให้ชาวนาชาวสวน
และชาวไร่ ได้รับความเสียหายปี
ละไม่ใช่น้อย แมลงชอบกัดกินลำต้น
และใบของพืชเป็นอาหาร

ระยะที่แมลงทำอันตรายแก่พืชได้มาก
ที่สุด ก็ระยะที่มันเป็นตัวดักแด้หรือตัว
หนอน เช่นหนอนผีเสื้อ ระยะนี้มันกินอาหาร
ได้จุมาก อาหารส่วนใหญ่ของมันได้แก่ใบของ
พืช แมลงบางชนิดมีพิษแหลมคม กัดลำต้น



รากหรือยอดพืชให้ขาดได้โดยง่าย ด้วยมะพร้าวมี
พืชนกมาก สามารถกัดกินยอดจนต้นมะพร้าวตายก็มี
แมลงบางชนิดชอบไชเข้าไปในหัวมันเทศ ทำลาย
ต้นข้าวโพด ทำลายผลไม้ ตีแตกทำลายต้นข้าวให้
ได้รับความเสียหายได้มาก พวกแมลงตัวเตาชนิด
ต่างๆ ก็คอยกัดกินใบแดง ใบอั่วที่เราปลูกไว้ ต้อง
คอยกำจัดอยู่เสมอๆ ในบรรดาศัตรูของพืชด้วยกัน
แมลงทำความเสียหายให้แก่พืชมากที่สุด กำจัดให้
หมดก็ยากและต้องสิ้นเปลืองเงินทองมาก

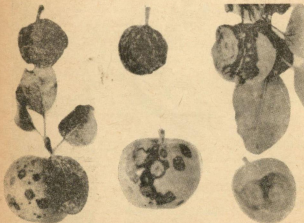


การฉีดยาปราบโรคพืชและแมลง

๔. เชื้อโรค

เชื้อโรคที่ทำอันตรายให้แก่พืชมีหลายอย่างด้วยกัน ส่วนมากเป็นราและ
בקteri พืชที่เป็นโรค มักมีใบเป็นจุด หรือหยิกงอ บ้างก็มีตำหนิเป็นจุดเป็น
วง และเป็นดวงตามผลและดอก บ้างก็ทำให้ลำต้น ราก และใบ เป็นปุ่มเป็น
ปม บ้างก็ทำให้ผลหรือลำต้นเน่า และบางอย่างก็ทำให้ใบเหี่ยวแดง

โรคต่างๆ ทำให้พืชไม่เจริญเติบโต หรือตาย เพราะใบของพืชมักได้รับอันตราย จึงปรุง
อาหารเลี้ยงต้นพืชไม่ได้พอเพียงกับความต้องการ โรคบางชนิดก็เป็นอันตรายร้ายแรงมาก จนทำให้
พืชตาย บางชนิดก็ติดต่อดึงพืชต้นอื่นได้ง่าย ถึงกับต้องเผาทิ้งพืชที่เป็นโรคทิ้งเสีย และบางชนิด
ก็ทำให้ผล ไม้มีตำหนิหรือเน่าขายไม่ได้ราคา

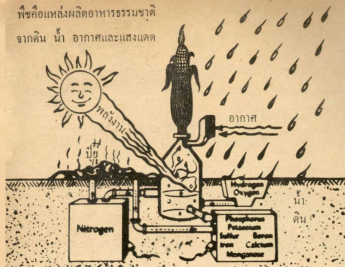


ราทำลายต้นพืชและผลไม้

ในการกำจัด โรค
ของพืช เขามักใช้น้ำยา
เคมีหรือผงเคมีบางอย่าง
ฉีดหรือโปรยตามไร่ตาม
สวน เพื่อฆ่าราและבק-
teri ในปัจจุบันนี้มีผู้คิด
ผสมพันธุ์พืชให้มีอำนาจ
ต่อต้านเชื้อโรคบางชนิด
ได้บ้างแล้ว

พืชคือแหล่งผลิตอาหารธรรมชาติ

จากดิน น้ำ อากาศและแสงแดด



๑๕

๕. ปุ๋ยของพืช
ดินที่ทำการ
เพาะปลูกต้อง
เป็นดินอุดม ร่วน
ซุย และต้องมี
น้ำและเกลือแร่ที่
พืชต้องการอย่าง
พอเพียง ไม่มาก
เกินไป และไม่

น้อยเกินไป เนื่องจากพืชต้องการธาตุต่างๆ ไปสร้างเป็นอาหารสำหรับการเจริญ
เติบโต ธาตุที่สำคัญที่พืชต้องการก็มี ไนโตรเจน กำมะถัน ฟอสฟอรัส และ
ธาตุอื่นๆ อีกบ้างเล็กน้อย ปุ๋ยของพืชจึงต้องมีเกลือของธาตุเหล่านี้เป็นส่วน
ประกอบ เช่น เกลือไนเตรต เกลือซัลเฟต และเกลือฟอสเฟต เป็นต้น เรา
อาจแบ่งปุ๋ยออกได้เป็น ๒ พวกใหญ่ๆ คือ ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอนินทรีย์

๖. ปุ๋ยอินทรีย์ (Organic Fertilizer)

ปุ๋ยอินทรีย์คือปุ๋ยที่ได้จากอินทรีย์สาร เช่น มูลสัตว์ พืชและสัตว์ที่ตาย
และหมักจนเน่าเปื่อย กากเมล็ดพืชและกระดูกสัตว์เป็น

มูลสัตว์ที่นำมาใช้เป็นปุ๋ย มักเป็นมูลของสัตว์เลี้ยง เช่น มูลวัว ควาย
เป็ด ไก่ และสุกร โดยเหตุนี้เราจึงเรียกปุ๋ยมูลสัตว์ว่าปุ๋ยคอก มูลค่างาก็
เป็นปุ๋ยอย่างดี เพราะมีธาตุฟอสฟอรัส ไนโตรเจน และโปแตสเซียมผสมอยู่
มาก

ปุ๋ยที่ได้จากพืชและสัตว์ที่หมักจนเน่าเปื่อย เรียกว่า ปุ๋ยหมัก พวกใหญ่นี้ไม่มี มูลสัตว์
เศษอาหาร ฟางข้าว กระดูกสัตว์และปลา เหล่านี้ทำปุ๋ยหมักได้ดี เขาจะเอามันมาเทรวมลงใน
หลุม แล้วคอยรดน้ำให้ชุ่มชื้นอยู่เสมอจนกระทั่งมันเน่า ทางที่ดีควรเขี่ยในบ่อย เพราะเปิดฝาได้สนิท
มันจะเน่ามันจะส่งกลิ่นเหม็นไปได้ไกล และมีแมลงมาได้ออมหาเชื้อโรคแพร่ไปได้ ปุ๋ยหมักช่วยทำให้
ดินร่วน อากาศแทรกซึมลงไปได้สะดวก และมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมมาก

นอกจากนั้นกากเมล็ดพืช และกระดูกสัตว์ป็นก็เป็นปุ๋ยที่ดีด้วย เมล็ดพืชที่ป็นและคั้นเอาน้ำมันออกแล้ว เเขานำมาทำเป็นปุ๋ยขาว เช่น กากเมล็ดถั่วหุง ฝ้าย กระบะ และถั่วลิสง เป็นต้น

๑. ปุ๋ยอนินทรีย์ (Inorganic Fertilizer)

ปุ๋ยอนินทรีย์เป็นปุ๋ยที่ผสมขึ้นโดยใช้วิธีการทางเคมี บางทีจึงมักเรียกกันว่า ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ที่มีขายกันในท้องตลาด มีปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งให้ธาตุไนโตรเจนมาก ปุ๋ยฟอสเฟตให้ฟอสฟอรัสมาก และปุ๋ยโปแทชให้โปแทสเซียมมาก

ปุ๋ยอนินทรีย์เป็นปุ๋ยที่เข้มข้นใช้แต่น้อยก็พอเพียง ถ้าใส่มากก็มีโทษเพราะแทนที่รากของพืชจะดูดเอาเข้าไปใช้เป็นประโยชน์ได้ มันกลับคุดน้ำออกมาจากรากของพืช ทำให้ต้นพืชเหี่ยวเฉาได้ ดังนั้นเวลาใช้จึงต้องกะใช้แต่พอเหมาะ และต้องรดน้ำมาก ๆ ส่วนปุ๋ยอนินทรีย์ก่อนข้างจัดต้องใช้เป็นจำนวนมาก จึงจะพอเพียงกับความต้องการของพืช แต่ปุ๋ยอนินทรีย์ก็มีประโยชน์ถ้าใช้อย่างหนึ่งคือทำให้ดินร่วนซุย ไม่แน่น ดูดอนน้ำได้ดีและอากาศแทรกซึมเข้าไปถึงรากของพืชได้ รากของพืชต้องการอากาศเหมือนกันกับส่วนอื่นๆ ของพืชเหมือนกัน

แบบฝึกหัดบทที่ 3

1. จงเติมข้อความลงในช่องว่าง

- ก. ศัตรูของพืชมี.....
- ข. แมลงทำอันตรายแก่พืชมากที่สุดในระยะที่มันเป็น.....
- ค. โรคของพืชส่วนใหญ่เกิดจาก.....และ.....
- ง. ปุ๋ยแบ่งออกได้เป็น ๒ พวกใหญ่ๆ คือ.....และ.....

2. วัชพืชคืออะไร และให้โทษแก่พืชที่เราปลูกอย่างไร

3. แมลงทำอันตรายแก่พืชได้อย่างไรบ้าง

4. พืชที่เป็นโรคมีลักษณะอย่างไร

5. จงบอกชื่อธาตุที่พืชต้องการมาก

6. ปุ๋ยอนินทรีย์คืออะไร มีอะไรบ้าง

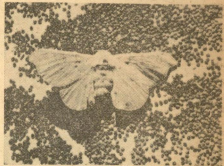
7. ปุ๋ยอนินทรีย์คืออะไร

8. จงเปรียบเทียบปุ๋ยอนินทรีย์กับปุ๋ยอินทรีย์ว่าแตกต่างกันอย่างไร

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต

๑. สมดุลธรรมชาติ

เราทราบว่า สิ่งมีชีวิตบางชนิด ออกลูกออกหลานปีละหลาย ๆ ครั้ง บางชนิดออกลูกครั้งละมากๆ ตัวอย่างเช่น ปลาบางชนิด เช่นปลาไนขนาด 7 กิโลกรัม วางไข่ครั้งละหลายล้านฟอง พืช เช่นมะเขือมีเมล็ดจำนวนมากในผลเดี่ยว ถ้าพืชและสัตว์เหล่านี้เจริญเติบโตใหญ่ได้หมด โลกเราก็จะปกคลุมด้วยสิ่งที่มีชีวิต



รูปตัวไหมออกไข่
คราวหนึ่งประมาณ 500 ฟอง

ยัดเยียดกันแน่นไปหมด และมีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกปี ๆ ละมาก ๆ ในที่สุดมันก็จะแย่งอาหารกันกินจนโลกขาดแคลนอาหารทั้งในดิน ในน้ำ มันจะแย่งอากาศกันหายใจ และแย่งแสงแดดจนทุกสิ่งทุกอย่างมีไม่เพียงพอ ที่แย่งสู้ไม่ได้ก็จะตายสูญพันธุ์ไป โดยเหตุนี้โลกจึงไม่มีสิ่งมีชีวิตปกคลุมเต็มไปหมด มันจะทำลายกัน เป็นศัตรู



ของกันและกัน เช่นปลาใหญ่กินปลาเล็ก เต่ากินไข่ปลา จระเข้กินเต่า และพืชใหญ่แย่งน้ำเกลือแร่ อากาศและแสงแดดจากพืชเล็กๆ หมด พืชเล็กๆ ไม่ได้กลืนตายไป สัตว์ก็กินพืชเป็นอาหาร และทำลายพืชอยู่ตลอดเวลา พืชเล็กๆ เช่น ราและ แบคทีเรีย ก็เป็นเชื้อโรคทำอันตรายแก่สัตว์และพืชด้วยตนเอง

ทั้งๆ ที่มีชีวิตทั้งหลาย พยายามแย่งอาหารกัน ทำลายและเป็นศัตรูซึ่งกันและกัน แต่มันก็ต้องพึ่งพาอาศัยกันอยู่มาก เช่นสัตว์กินพืชเป็นอาหาร พืชต้องอาศัยคนบำรุงเลี้ยงรักษา ได้มูลสัตว์เป็นปุ๋ย พืชเล็กได้อาศัยร่มของพืชใหญ่ขณะที่มันยังเล็กอยู่ เหล่านี้เป็นต้น

จึงเห็นได้ว่า สิ่งมีชีวิต มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด



ชิด การพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน และการทำลายเป็นศัตรูซึ่งกันและกัน ช่วยทำให้สิ่งมีชีวิตบนโลก มีจำนวนไม่

เปลี่ยนแปลงไปมากนัก ทำให้เกิดมี
สมดุลธรรมชาติ (Balance of Na-
ture) ขึ้น (สมดุลธรรมชาติ หมายถึง
การที่สิ่งมีชีวิต สิ่งหนึ่ง สิ่งใด มีจํานวน
พอเหมาะไม่มากเกินไปไม่น้อย



เกินไป) และธรรมชาติพยายามรักษาสมดุลไว้เสมอ ถ้าหากมีสิ่งมาทำลาย
สมดุลธรรมชาติ ก็จะมีผลกระทบกระเทือนต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหลายโดยทั่วกัน
เช่นถ้าเราทำลายนกซึ่งกินแมลงและเหยียบย่ำทำลายพืชในไร่ แมลงก็จะมามาก
และทำลายพืชในไร่ ทำให้เราได้ผลิตผลจากไร่มากินใช้ประโยชน์น้อยลง และ
ถ้าเราขาดแคลนอาหารร่างกายเราก็จะไม่สมบูรณ์ ดังนั้นเป็นต้น

๒. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต

ดังได้กล่าวแล้วว่า สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ต่อไปนี้จะกล่าวถึงความสัมพันธ์เหล่านี้ให้ละเอียดยิ่งขึ้น และจะได้แยกกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งมีชีวิตอื่นต่างหากออกไป

พืชทั้งหลายซึ่งขึ้น รวมกัน อยู่หนาแน่น จะแย่งเกลือแร่ในดินซึ่งมีจำนวนอยู่จำกัด ทำให้พืชส่วนมากได้รับน้ำและเกลือแร่ไม่เพียงพอ สำหรับ สร้างเป็นอาหาร เพื่อ ใช้ ในการเจริญเติบโต



มะเขือเทศ



หนูที่ขาดวิตามินซี



หนูที่ได้รับวิตามินซี

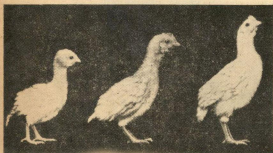


ผักกาด



ผักกาด

วิตามินซี



เป็นเหตุให้ พืช ที่ขาดอาหารมี
ต้นไม่โต มีผลเล็ก ไม่คก
โดยเหตุนี้ ชาวสวนจึงถอน
ต้นพืชที่ท่วมน้ำ และ ขึ้น หนา
แน่นทิ้งเสียบ้าง

พืชที่ขึ้นอยู่หนาแน่นก็จะแย่ง
แสงแดดและอากาศกัน ทำให้มันได้

อากาศและแสงแดด ไม่เพียงพอ ราและบั๊กเตรี ซึ่งเป็นพืชเล็กๆ ก็เป็นศัตรูของพืชดังกล่าวแล้ว เฉพาะพืชที่มีสีเขียวเท่านั้นที่สร้างอาหารเองได้ ส่วนพืชที่ปราศจากสีเขียวสร้างอาหารเองไม่ได้ มันจึงอาศัยเกาะดูดอาหารจากพืชหรือสัตว์อื่น พืชบางชนิดเช่นกาฝาก ก็ดูดเอาอาหารที่ปรุงสำเร็จแล้วจากต้นพืชที่มันเกาะอยู่ ไปเลี้ยงตัวมันเอง ทำให้ต้นพืชที่มีกาฝากเกาะอยู่มากแคะแกร็น และอาจถึงตายได้

พืชบางอย่างก็เป็นประโยชน์แก่กัน เช่นพืชที่ขึ้นใหม่ๆ ได้อาศัยอยู่ร่มจากกิ่งก้านสาขาของพืชต้นใหญ่ ไม่ให้มันโดนแสงแดดกล้ำเกินไป บักเตรีซึ่ง

อาศัยอยู่ที่รากของพืชตระกูลถั่ว ก็ช่วยสร้างสารประกอบของไนโตรเจนให้รากของพืช และในขณะเดียวกัน ก็ได้อาศัยดูดเอา-



รากของพืชตระกูลถั่ว มีบั๊กเตรีช่วยทำไนโตรเจนจากอากาศให้เป็นอาหาร

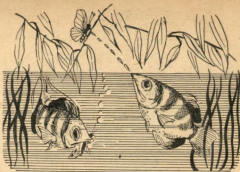
หารจากรากของพืช นอกจากนั้นพืชที่ล้มตายไป ก็ถูกบั๊กเตรีทำให้เน่าเปื่อยผุพัง กลายเป็นปุ๋ยอยู่ในดิน ซากพืชที่เน่าเปื่อยนี้ยังทำให้ดินร่วนและดูคอดน้ำไว้ได้นาน ดินจึงชุ่มชื้นอยู่เสมอ เหมาะกับการเจริญเติบโตของพืช

สัตว์กับสัตว์ก็เกี่ยวข้องกันมากในการดำรงชีวิต สัตว์หลายชนิดกินสัตว์ด้วยกันเป็นอาหาร เช่น นกกินแมลง ปลาใหญ่กินปลาเล็ก สัตว์บางชนิดที่ตัวเล็กๆ เป็นเชื้อโรคร้ายแรง บางชนิดก็ถูกกินอาหารอยู่ในลำไส้หรือตามผิวหนังของสัตว์อื่น

พืชและสัตว์พึ่งพาอาศัยกันมาก แมลงเป็นศัตรูของพืชดังได้กล่าวแล้วในบทที่ 3 สัตว์อื่นนอกจากแมลง เช่น หนูและปูนา ก็กัดต้นข้าว ทำความเสียหายให้บ่อยมากๆ กระรอกก็เจาะกินมะพร้าว สัตว์ส่วนมากกินพืชเป็นอาหาร บางชนิดก็เหี้ยบฆ่าทำลายต้นพืชใหญ่และเล็ก



ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์



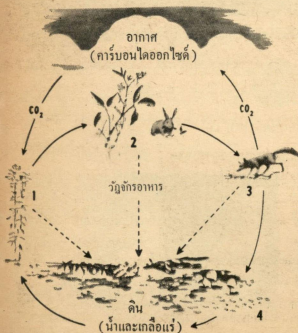
ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์

พืชที่เป็นอันตรายต่อสัตว์ก็มี เช่น ราและבקเทรี แคพืชเป็นประโยชน์ต่อสัตว์หลายประการ เช่น นกอาศัยอยู่ในโพรงตามต้นไม้ เอาใบไม้ใบหญ้ามาทำรัง สัตว์ได้อาศัยร่มไม้ของพืช เหล่านี้เป็นต้น

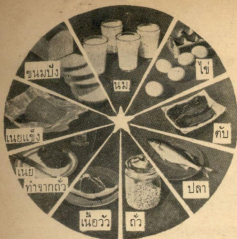
พืชได้อาศัยแมลง เช่น ผีเสื้อช่วยในการผสมเกสร และได้อาศัยสัตว์ในการกระจายพันธุ์ ช่วยให้เมล็ดได้ไปขึ้นในที่ต่าง ๆ กระจัดกระจายออกไป ได้เดือนในดินก็ช่วยทำให้ดินเป็นขุยมีรพุนอากาศแทรกซึมเข้าไปได้ เป็นประโยชน์แก่พืช

การพึ่งพาอาศัยระหว่างพืชและสัตว์ที่สำคัญ

คือการถ่ายเทก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ



ก๊าซออกซิเจนให้แก่กันและกัน ตั้งได้ทราบแล้วว่า พืชต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ เพื่อนำไปสร้างเป็นน้ำตาลในการสังเคราะห์แสง สัตว์ถ่ายเทก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาตามลมหายใจออก ให้กับอากาศ เป็นเหตุให้ในอากาศมีคาร์บอนไดออกไซด์คงเดิมเสมอ อีกประการหนึ่ง ในการสังเคราะห์แสงพืชคายก๊าซออกซิเจนออกมาสู่อากาศซึ่งสัตว์หายใจเข้าไป การหมุนเวียนของก๊าซออกซิเจนทำนองนี้ ทำให้จำนวนก๊าซออกซิเจนในอากาศมีคงเดิม พอเหมาะแก่การดำรงชีวิต จะได้อธิบายถึงเรื่องนี้ อีกต่อไปในหน่วยที่ 5 เรื่องวัฏจักรของคาร์บอนไดออกไซด์



โปรตีนสำหรับสร้างและซ่อมแซมร่างกาย

๓. ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับพืชและสัตว์

ลองสำรวจดูรอบๆ ตัวเรา และชีวิตประจำวันของเรา จะเห็นได้ว่า เราได้รับประโยชน์จากพืชและสัตว์อยู่มาก จะได้แยกกล่าวเป็นข้อๆ ดังต่อไปนี้

(1) อาหาร เราสร้างอาหาร

เองไม่ได้ เราจึงต้องอาศัยอาหารที่พืชสร้างขึ้นไว้แล้ว โดยกินพืชและสัตว์เป็นอาหารอาหารแป้ง น้ำตาล ไขมัน โปรตีน และวิตามิน เราได้มาจากพืชและสัตว์ทั้งสิ้น

(2) เครื่องนุ่ง-

ห่มแต่งกาย เครื่องนุ่งห่มต่างๆ ก็ได้จากพืชและสัตว์ เช่นผ้าฝ้าย ผ้าป่าน



อาหารที่มีวิตามินบีคอมเพล็กซ์มากช่วยทำให้ระบบประสาททำหน้าที่ได้ดี



อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตซึ่งทำให้เกิดพลังงาน

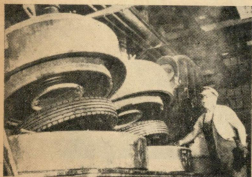
ผ้าไหมและผ้าขนสัตว์ รองเท้าหนัง รองเท้ายางเหล่านี้เป็นต้น แม้ผ้าไนลอนและผ้าที่ทำขึ้นโดยวิธีการทางเคมีก็เอา ผลผลิตจาก พืชและสัตว์มาทำ

(3) ขารักษาโรค และยาบำรุงต่างๆก็ทำขึ้นจากพืชและสัตว์ทั้งสิ้น เช่น ใช้ต้นชินโคนา ต้นยูคาลิปตัส รากโสม น้ำมันทับทิม และอื่นๆมาทำเป็นยาต่างๆ เช่นยาควินินแกใช้จับสัน อีนซูลินแกโรคเบาหวาน และเพนซิลลินรักษาแผลและโรคซึ่งเกิดจากราและแบคทีเรียต่างๆ เป็นต้น

(4) ที่อาศัย ส่วนใหญ่ได้แก่พืช เช่นเอาจากหรือใบหญ้าคามามุงหลังคาบ้าน ใช้ไม้ทำฝา ทำชื้อ ปูพื้น ทำขอบประตูหน้าต่าง เป็นต้น

(5) เชื้อเพลิง เช่น ฝืน ถ่านหิน น้ำมันเชื้อเพลิง เหล้าก็ได้จากพืชและสัตว์ที่ถูกหมักมอยู่ใต้พื้นโลกนานๆ นับเป็นล้านปี

(6) แรงงาน มนุษย์ได้อาศัยสัตว์ใช้แรงงาน เช่นส่งบรรทุกสัมภาระ โถนา ลากซุง และเป็นพาหนะ ให้ความสะดวก และผ่อนเพลาแรงงานของมนุษย์ให้สะดวกสบายขึ้นมาก



พืชให้ยางพาราสำหรับทำยางรถยนต์

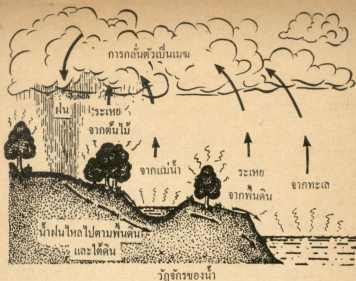
(7) เครื่องใช้อื่น เช่น สบู่ กระสอบ กระดาษ สีย้อม สีทา น้ำมันหล่อลื่นเหล่านี้และอื่นๆอีกหลายพันอย่าง ล้วนแต่ได้มาจากพืชและสัตว์ทั้งสิ้น

จึงเห็นได้ว่าพืชและสัตว์มีประโยชน์แก่มนุษย์มากมาย สุดที่จะนำมากล่าวได้หมด พืชและสัตว์ก็ต้องอาศัยมนุษย์บำรุงเลี้ยงรักษา หาพืช อาหารและน้ำให้ เป็นต้น

สัตว์และพืชที่เป็นโทษต่อมนุษย์ก็มีบ้าง ส่วนมากได้แก่พืชและสัตว์เล็กๆ ที่เป็นเชื้อโรคทั้งหลาย สัตว์บางอย่างเช่นหนูและแมลง ก็เป็นพาหนะนำเชื้อโรค มนุษย์ได้ช่วยกันทำลายสมดุลงานนี้เหมือนกัน เช่นกำจัดรังอาจงของหนูกับแมลง ทำให้สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ไม่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ จึงนับได้ว่ามนุษย์เป็นศัตรูของพืชและสัตว์ด้วย

แบบฝึกหัดบทที่ 4

1. สมดุลธรรมชาติคืออะไร
2. การทำลายสมดุลธรรมชาติ มีผลต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์อย่างไร
3. สัตว์และพืชถ่ายทอดพิษ และคาร์บอน ไดออกไซด์ให้แก่กันอย่างไร
4. เพราะเหตุไรจึงไม่มีสิ่งมีชีวิตปกคลุมโลกเต็มไปด้วย
5. พืชทั้งหลายอาศัยและเป็นศัตรูกันเองอย่างไรบ้าง
6. พืชและสัตว์มีประโยชน์แก่มนุษย์อย่างไรบ้าง



วัฏจักรของน้ำ
ไอน้ำระเหยจากแหล่งต่างๆบนผิวโลก
กลั่นตัวเป็นเมฆและเป็นฝนตกลงมาสู่พื้นดิน

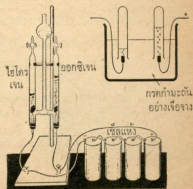
หน่วยที่ 2

น้ำ

น้ำเป็นสารชนิดหนึ่งที่เรากินและเราเกี่ยวข้องมากอยู่เสมอในการดำรงชีวิตประจำวัน จนรู้สึกว่าเป็นสิ่งธรรมดา คนเป็นอันมากมักไม่เอาใจใส่ว่าเป็นอะไร มีธรรมชาติและสมบัติต่างๆ ไปอย่างไร มาจากไหน มีอยู่ที่ไหนบ้าง และมีประโยชน์อย่างไร

เราเรียนมาแล้วว่า น้ำอยู่ที่ไหนในธรรมชาติ น้ำเป็นสิ่งจำเป็นที่ชีวิตต้องการ และเป็นส่วนประกอบสำคัญของสิ่งมีชีวิตทั้งหมด เราอาจอดอาหารได้กว่า 3 สัปดาห์ แต่อดน้ำได้เพียง 3 วัน นอกจากใช้ดื่มแล้ว เรายังใช้น้ำเป็นประโยชน์ในทางด้านอื่นๆ อีกมาก เช่น ในการคมนาคม ขนส่ง อุตสาหกรรม การพลังงาน การซักฟอกและการชำระร่างกาย เป็นต้น เพื่อให้มีน้ำดื่มและน้ำใช้พอเพียง สะดวก สะอาดและปลอดภัย การสะสมกักน้ำไว้ที่น้ำประปาสำหรับเมืองใหญ่จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เทศบาลและรัฐบาลต้องลงทุนและใช้จ่ายเงินเป็นจำนวนมากเพื่อการประปา

เพื่อให้เข้าใจเรื่องน้ำกว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้นว่า ทำไมเราจึงใช้น้ำให้เป็นประโยชน์ต่างๆ ได้ ในหน่วยนี้ จะได้กล่าวถึง ธรรมชาติ และ สมบัติต่างๆ ไป ของน้ำ โดยเฉพาะเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสถานะ ซึ่งทำให้เกิด วัฏจักรของน้ำ ในธรรมชาติอันมีการละลายซึ่งทำให้เกิดน้ำอ่อนและน้ำกระด้าง ตลอดจน ไฮโดรเจน ซึ่งเป็นธาตุองค์ประกอบหนึ่งของน้ำด้วย



ธรรมชาติและสมบัติทั่วไปของน้ำ

๑. น้ำเป็นของเหลวที่มีมากที่สุดตามธรรมชาติ

ผิวพื้นโลกประมาณ 3 ใน 4 ส่วนปกคลุมด้วยน้ำ ในทะเลและมหาสมุทรไม่น้อยกว่า 300 ล้านลูกบาศก์ไมล์ เมื่อน้ำระเหยขึ้นไปในอากาศแล้วกลั่นตัวเป็นน้ำเหลวตกลงมาเป็นฝน ก็ทำให้มีน้ำขังอยู่ตามหนองตามบึง และมีน้ำตกน้ำไหลทำให้เกิดแม่น้ำลำธารไหลลงสู่ทะเล น้ำบางส่วนก็ซึมลงไปอยู่ในดินและใต้ดิน เราซุกและเจาะน้ำใต้ดินนี้ขึ้นมาใช้มาดื่ม

นอกจากใต้ดิน บนดิน และในอากาศแล้ว ในสิ่งมีชีวิตทั้งหลายก็ยังมีน้ำ ประมาณ 2 ใน 3 ส่วนของร่างกายคนเราประกอบด้วยน้ำ ผักและผลไม้ เช่น แตงกวาและมะเขือเทศมีน้ำอยู่กว่า 90 % เมงกะพรุนมีน้ำอยู่ประมาณ 99%

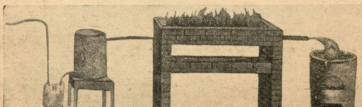
เนื่องจากน้ำสามารถละลายสารต่าง ๆ ได้ดีมาก จึงไม่มีน้ำบริสุทธิ์ตามธรรมชาติเลย น้ำธรรมชาติที่บริสุทธิ์มากที่สุดก็คือน้ำฝน แต่ขณะที่ยกผ่านอากาศ น้ำฝนก็จะละลายเอาออกซิเจนและเอาฝุ่นผงในอากาศติดลงมาด้วย ปลาจึงมีชีวิตอยู่ได้ก็เพราะออกซิเจนจากอากาศที่ละลายอยู่ในน้ำนั่นเอง

๒. ธรรมชาติของน้ำ

น้ำเป็นสารประกอบทางเคมีระหว่างธาตุ 2 ธาตุ คือไฮโดรเจนและออกซิเจน ซึ่งตามธรรมชาติก็เป็นก๊าซ นักวิทยาศาสตร์ได้แสดงว่า เมื่อเอาน้ำไปกรตกำมะถันสองสามหยดมาแยกด้วยกระแสไฟฟ้า ถ้าได้ก๊าซไฮโดรเจน เครื่องมือแยกน้ำของลาวัวซิเอร์ ด้านติดไฟแยกไฮโดรเจนจากไอน้ำ



ผู้พิสูจน์ว่าน้ำประกอบด้วยออกซิเจนและไฮโดรเจน



2 ลิตรก็จะได้ก๊าซออกซิเจน 1 ลิตร (2 ต่อ 1 โดยปริมาตร) หรือถ้าได้ไฮโดรเจน 1 กรัมก็จะได้ออกซิเจน 8 กรัม (1 ต่อ 8 โดยน้ำหนัก)

เมื่อประมาณ 2,500 ปีมาแล้ว นักปราชญ์โบราณ เช่น นักปราชญ์กรีก ชื่ออริสโตเติล ได้กล่าวว่า น้ำเป็นธาตุชนิดหนึ่งในบรรดาธาตุสี่ คือ ดิน น้ำ ลม และไฟ และก็เชื่อกันเช่นนั้นเรื่อยมา จนถึง ค.ศ. 1784 นักวิทยาศาสตร์อังกฤษชื่อ แควนดิช (Cavendish) จึงได้ทดลองแสดงให้เห็นว่า ก๊าซไฮโดรเจน 2 ส่วน และก๊าซออกซิเจน 1 ส่วน โดยปริมาตร รวมกันเข้าทางเคมีกลายเป็นน้ำ และต่อมา นักวิทยาศาสตร์ฝรั่งเศสชื่อ ลาวัวซิเอร์ (Lavoisier) ได้แสดงด้วยการทดลองต่อไปอีกว่า ก๊าซไฮโดรเจนแยกออกจากน้ำเมื่อต้มน้ำให้ไอร้อนผ่านแผ่นไม้ซึ่งเผาให้ร้อนจัด

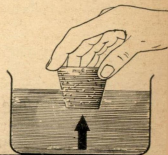
๓. สมบัติทั่วไปของน้ำ

ตามปกติน้ำเป็นของเหลว ปราศจากรส กลิ่นและสี แต่ถ้ามีมาก ๆ อาจจะปรากฏว่ามีสีฟ้าอ่อน ๆ น้ำบริสุทธิ์จะ กลายเป็นน้ำแข็ง ณ 0°C . และเดือดกลายเป็นไอน้ำ ณ 100°C . นอกจากนี้ น้ำยังมีสมบัติเช่นของเหลวชนิดอื่นๆ อีกด้วย กล่าวคือ มีปริมาตรแน่นอนแต่รักษารูปทรงไม่ได้ จะพยายามไหลลงสู่ที่ต่ำ และรักษาระดับของผิวให้อยู่ในแนวนอนเสมอ มีแรงความกดดัน มีความตึงผิว นอกจากนี้ น้ำยังสามารถละลายสารต่างๆ เช่น เกลือ และน้ำตาลได้ดีมาก

ที่กล่าวมาแล้วนี้เป็น สมบัติทางฟิสิกส์หรือกายภาพ ในทางเคมีนั้น น้ำก็มีสมบัติอีกหลายประการ นอกจาก เป็นสารประกอบทางเคมีระหว่างธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจนแล้ว น้ำยังเป็นสารที่รวม ทางเคมีกับธาตุและสารประกอบหลายชนิดได้ง่าย เช่น รวมกับโลหะโซเดียม จะเกิดก๊าซไฮโดรเจนและโซดาไฟ รวมกับสารประกอบคาร์บอนไดออกไซด์ได้กรดคาร์บอนิก (น้ำโซดา) และเมื่อ รวมกับสารประกอบบางชนิด จะเกิดผลึก ผลึกของจุลินทรีย์และของแร่ต่างๆ มีผิวหน้าราบและเหลี่ยมสวยงามก็เพราะ มีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่

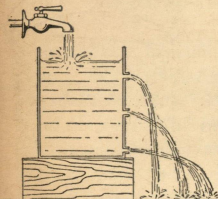
๔. ความกดดันของน้ำ

เมื่อนอนเล่นอยู่บนหาดทราย และเอาทรายทับตัวเรา เราจะรู้สึกว่ามีแรงกดลงบนตัวเรา ยิ่ง



เมื่อกดไม้ก๊อกลงในน้ำ น้ำจะออกแรง

ทรายหนามาก เราก็อึ้งรู้สึกมาก แรงนี้เกิดจากน้ำหนักหรือความถ่วงของทรายที่อยู่เหนือตัวเรา เมื่อเราลงไปในน้ำ น้ำก็จะกดคั้นบีบอัดตัวเรา เพราะน้ำหนักของน้ำซึ่งอยู่เหนือตัวเรา แต่ความกดคั้นของน้ำหรือของเหลวชนิดอื่นและอากาศนี้ไม่แต่เพียงกดคั้นลงคั่งเช่นทรายกดลงบนตัวเรา หรือหนังสือบนโต๊ะกดลงบนโต๊ะเท่านั้น แต่บีบอัดเข้าโดยรอบตัวเราจากทุกทิศทุกทางรวมทั้งคั้นขึ้นด้วย เช่น เมื่อเรากดไม้ก๊อกให้จมลงไปในน้ำนั้น เราจะรู้สึกว่ามีแรงคั้นไม้ก๊อกขึ้นมา



แรงกดคั้นของน้ำเพิ่มขึ้นเมื่ออยู่ลึกๆ ลงไป

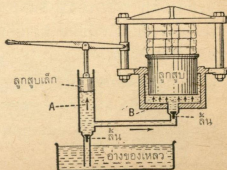
ถ้าเราลงไปอยู่ในน้ำลึก 100 ฟุต ความกดคั้นของน้ำต่อตัวเรา 1 ตารางนิ้ว จะเท่ากับน้ำหนักของน้ำในท่อซึ่งมีพื้นที่ภาคตัด 1 ตารางนิ้ว สูง 100 ฟุต คือประมาณ 43.3 ปอนด์ (น้ำ 1 ลบ. ฟุตหนัก 62.4 ปอนด์ และปริมาตรของน้ำเท่ากับ $1/144$ ตารางฟุต $\times$ 100 ฟุต) ความกดคั้นของน้ำเนื่องจากความถ่วงนี้เองคั้นน้ำประปาให้ไหลไปตามท่อ ถ้าตั้งน้ำประปาดังอยู่สูง 100 ฟุต ความกดคั้นของน้ำในท่อที่พื้นดินก็จะเท่ากับ 43.3 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ดังนั้นเมื่อต้องการความกดคั้นมากกว่านี้ เพื่อให้ส่งน้ำไปไกลๆ เขาก็จะตั้งถังให้สูงขึ้นไปอีก แต่ถ้าตั้งถังเก็บน้ำสูงมากจนมีความกดคั้นมากเกินไป ท่อก็จะแตกได้ เพราะเหตุผลดังกล่าวนี้ เขาจึงต้องสร้างเรือดำน้ำด้วยเหล็ก

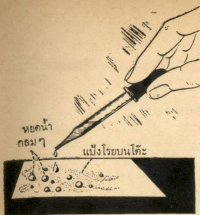
กล้าหนา ๆ เพื่อป้องกันความกดคั้นของน้ำทะเลบีบอัดจนเรือแตกหรือบุบยุบ

เกี่ยวกับความกดคั้นของน้ำและของเหลวอื่นๆ ที่มีที่ควรทราบอีกอย่างหนึ่งก็คือ เมื่อเราบรรจุน้ำภาชนะด้วยของเหลวให้เต็ม แล้วอัดส่วนใดส่วนหนึ่งของน้ำ ความกดคั้นก็จะถูกถ่ายทอดไปยังทุกส่วน เช่นถ้าเราออกแรง 100 ปอนด์ต้นผิวของเหลว 1 ตารางนิ้ว ความกดคั้นก็จะถูกถ่ายทอดไปยังทุกแห่งในของเหลวเท่ากับ 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และจะดันบนพื้นที่ 100 ตารางนิ้วเท่ากับ $100 \times 100 = 10,000$ ปอนด์ เขาใช้หลักการอันนี้ในการสร้างเครื่องอัดไฮโดรลิกสำหรับยกของหนัก ๆ อัดแผ่นโลหะให้เป็นรูปต่างๆ และดันเบรกลี รถหยุด

๕. ความดันผิว

ถ้าเราหยดน้ำ ลงบนแผ่นแก้วที่ทาแป้ง ผัดหน้าเอาไว้ น้ำจะอยู่เป็นหยดเล็กๆ ทั้งนี้เพราะโมเลกุลของน้ำ ออกแรงดึงดูดถึงเกาะกัน



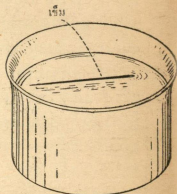


ความตึงผิวทำให้หยดน้ำกลม

ตั้งอยู่เสมอน้ำ ความตึงผิว (Surface Tension) ความตึงผิวของน้ำ สามารถทำให้วัตถุที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำลอยอยู่บนผิวน้ำได้ ผืนผงลอยอยู่บนผิวน้ำได้ก็เพราะความตึงผิว แม้แต่เข็มเย็บผ้าถ้าไม่เปียกน้ำก็ลอยบนผิวน้ำได้ ให้ลองทำดังนี้ เอาเข็มเย็บผ้าถูกับขี้ผึ้ง วางเข็มลงบนกระดาษขี้ผึ้งแล้วนำไปลอยน้ำ กระดาษขี้ผึ้งจะดูดน้ำแล้วจมลง ส่วนเข็มจะยังกลอยอยู่ ตัวจึงไถ้ น้ำ ซึ่งวิ่งไปมาบนผิวน้ำในบ่อได้ก็เพราะความตึงผิว ให้สังเกตที่ขามันและน้ำ จะเห็นเป็นรอยบุ๋มลงไปเล็กน้อย ของเหลวทุกชนิดมีความตึงผิวทั้งนั้น แต่มักน้อยไม่เท่ากัน

เอาไว้ ถ้าน้ำหยดโดนจนเกินไปมันจะแตกแยกออกจากกัน เพราะแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีมากพอที่จะต่อต้านกับน้ำหนักของหยดน้ำ

ความตึงผิวระหว่าง โมเลกุลของน้ำทำให้เกิด ผลคล้ายกับว่า ผิวน้ำเป็น “เยื่อ” บางๆ หุ้มน้ำอยู่เหมือนกับ เยื่อ ลูกโป่ง หุ้มน้ำหรืออากาศที่บรรจุอยู่ เขาเรียกแรงซึ่งพยายามดึงผิวน้ำให้



เข็มลอยน้ำได้เพราะความตึงผิว

แบบฝึกหัดบทที่ 5

1. จงเติมคำในช่องว่าง

- ก. ผิวน้ำโลกปกคลุมด้วยน้ำ.....ส่วน เป็นแผ่นดิน.....ส่วน
- ข. ของเหลวที่มีอยู่ตามธรรมชาติมากที่สุดคือ.....
- ค. น้ำเป็นสารประกอบทางเคมีระหว่างธาตุ.....และธาตุ.....
นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อ.....และฝรั่งเศสชื่อ.....
ได้ทำการทดลองพิสูจน์เมื่อประมาณ 170 ปีมาแล้ว
- ง. ถ้าเขื่อนหนัก 120 ปอนด์ น้ำในตัวเขาจะหนักประมาณ.....ปอนด์
- จ.ของน้ำในถังประปาที่ตั้งอยู่สูงคั่น น้ำไหลไปตามท่อเพื่อจ่ายน้ำเข้าสู่อาคารบ้านเรือน

2. น้ำคืออะไร มีประโยชน์และสมบัติทั่ว ๆ ไปอะไรบ้าง
3. เราใช้ความกดดันของน้ำให้เป็นประโยชน์อย่างไรบ้าง
4. ความตึงผิวคืออะไร เข็มเย็บผ้าลอยน้ำได้เพราะอะไร จะทดลองแสดงได้อย่างไร
5. จงเขียนเรื่องความเรื่องน้ำมาสั้น ๆ

การเปลี่ยนสถานะและวัฏจักรของน้ำ

๑. สถานะและการเปลี่ยนสถานะของน้ำ

สารอาจดำรงอยู่ได้ใน 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และ ก๊าซ

เหตุสำคัญที่ทำให้สารเปลี่ยนจากสถานะหนึ่ง ไปอยู่ใน อีก สถานะหนึ่งได้คือ ความร้อน เมื่อของแข็งได้รับความร้อนโมเลกุลของมันจะสั่นเร็วขึ้น แต่ไม่วิ่งไปมาจากที่อยู่เดิม เมื่ออุณหภูมิของมันเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ไปจนถึงอุณหภูมิหนึ่งซึ่งเรียกว่า จุดหลอมเหลว ความร้อนที่ได้รับ



สถานะทั้งสามของน้ำ

จะทำให้โมเลกุลของสารวิ่งหนีจากกันได้และของแข็งเริ่มกลายเป็น ของเหลว ในขณะที่อุณหภูมิจะไม่เพิ่มขึ้น และจะอยู่เท่าเดิมเรื่อยไปจนสารนั้นกลายเป็นของเหลวหมด

เมื่อของเหลวได้รับความร้อน โมเลกุลของสารก็จะวิ่งสับสนไปมา แต่ยังรวมกันอยู่เป็นสัดส่วน เป็นส่วน อุณหภูมิของมันจะเพิ่มขึ้น ในระหว่างนี้โมเลกุลบางตัวอาจหลุดจากผิวของเหลว คือ ระเหย กลายเป็นไอไปบ้าง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นไปจนถึงอุณหภูมิซึ่งเรียกว่า จุดเดือด ความร้อนที่ได้รับจะทำให้โมเลกุลวิ่งปั่นป่วนมากและหลุดจากผิวของเหลวได้อย่างรวดเร็ว ของเหลวก็จะ เดือด กลายเป็นไอ และแม้จะได้รับความร้อนอีก อุณหภูมิจุดเดือดของของเหลวนี้ก็ยังคงตัวอยู่เรื่อยไปจนของเหลวกลายเป็นไอเป็นก๊าซไปหมด

เมื่อไอหรือก๊าซได้รับความร้อน อุณหภูมิก็จะเพิ่มสูงขึ้นไปจากจุดเดือด ขณะที่เป็นไอ โมเลกุลของสารอยู่ห่างกันและวิ่งสับสนไปมาได้สะดวกจนไม่อาจรักษารูปทรงและขนาดไว้ได้

ถ้าหากว่าสารคายความร้อนออกเรื่อย ๆ ผลก็จะตรงข้ามกับที่กล่าวมาแล้วคือ สารจะมีอุณหภูมิลดลงและก๊าซจะเปลี่ยนสถานะกลับไปเป็นของเหลว และของเหลวก็กลับเป็นของแข็ง

๒. * น้ำแข็งและจุดเยือกแข็งของน้ำหรือจุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง

(1) จุดหลอมเหลวและจุดเยือกแข็ง ตามปรกติน้ำจะเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง ณ 0° ซ. หรือ 32° ฟ. อุณหภูมินี้ เขาเรียกว่าจุดหลอมเหลวของน้ำแข็งหรือจุดเยือกแข็งของน้ำ อนึ่งให้จำไว้ด้วยว่า ในขณะที่กำลังเปลี่ยนสถานะนี้ อุณหภูมิจะคงตัวอยู่ตลอดเวลา เราใช้อุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะของน้ำนี้สำหรับกำหนดและทดสอบจุดตรึงของเทอร์โมมิเตอร์

(2) ความหนาแน่นของน้ำแข็งและน้ำ สารโดยมากเมื่อเปลี่ยนจากของเหลวไปเป็นของแข็งนั้นมักจะหดตัว แต่น้ำพองตัว น้ำแข็งจึงมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำเหลวและลอยในน้ำเหลวได้ สมบัติของน้ำเหลวนั้นมีประโยชน์มากต่อชีวิตของสัตว์น้ำในแถบอากาศหนาวจัด เพราะน้ำจะเริ่มแข็งจากผิวบนลง ไปและน้ำแข็งจะป้องกันไม่ให้น้ำที่อยู่ข้างล่างถ่ายความร้อนออก และแข็งตัวเร็ว ดังนั้นสัตว์น้ำจึงมีชีวิตรอดอยู่ได้ แม้ผิวทะเลมหาสมุทรหรือแม่น้ำลำธารจะแข็งหมด เพราะน้ำส่วนที่อยู่ข้างล่างนั้นยังเหลวอยู่

(3) ความกดดันและสารเจือปนทำให้จุดหลอมเหลวและจุดเยือกแข็งเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อเราบีบอัดหรือคาน้ำแข็ง น้ำแข็งจะหลอมเหลว และเมื่อหยุดออกแรง น้ำเหลวก็จะกลับแข็งอีก ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า รีจีเลชั่น (Regelation) ด้วยเหตุนี้เองเราจึงปั่นน้ำแข็งไสกบให้เป็นก้อน และเทราดน้ำหวานใสได้

สารเจือปน เช่นเกลือและน้ำตาลทำให้น้ำแข็งหลอมเหลวและเย็นลง และถ้าใส่เกลือหรือน้ำตาลลงไปในน้ำ จุดเยือกแข็งของน้ำก็จะลดต่ำกว่า 0° ซ. และเราต้องทำให้น้ำที่มีเกลือหรือน้ำตาลละลายอยู่นั้นเย็นลงต่ำกว่า 0° ซ. จึงจะแข็งตัวได้ เราใช้ความรู้นี้ในการทำไอศกรีม กล่าวคือเราใส่เกลือลงไปในน้ำแข็งรอบตัวไอศกรีมเพื่อให้ น้ำหวานที่จะทำไอศกรีมคายความร้อนผ่านดังออกมา น้ำแข็งปนเกลือได้มากและเร็วจนกลายเป็นไอศกรีมแข็งได้

๓. * น้ำเหลว การระเหย การเดือด จุดเดือดและไอน้ำ

(1) การระเหย โมเลกุลของน้ำมีพลังงานจลน์และเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา บางตัวเคลื่อนหลุดหนีออกจากผิวของน้ำเข้าไปแทรกอยู่ในอากาศ นี่คือนิวิ

* ดูเพิ่มเติมในหน่วยที่ 6 ว่าด้วยความร้อน

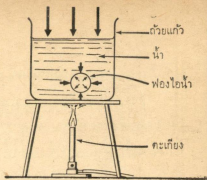
การระเหยกลายเป็นไอของน้ำ การระเหยเกิดขึ้นช้าๆ ณ ทุกอุณหภูมิ การระเหยจะเกิดได้รวดเร็วยิ่งขึ้นถ้ามีอุณหภูมิสูง ผิวที่สัมผัสกับอากาศกว้าง และมีลมช่วยพัดพาเอาไอน้ำที่เกิดขึ้นแล้วไปจากผิว อีกสิ่งหนึ่งซึ่งจะช่วยให้การระเหยเกิดขึ้นได้เร็ว คือ การลดความกดดัน

บนผิวของของเหลว ดังนั้นจะอธิบายต่อไปในเรื่องการเดือด

(2) การเดือด ตามปรกติน้ำจะเดือดกลายเป็นไอ ณ 100°C . หรือ 212°F . อุณหภูมินี้เขาเรียกว่า จุดเดือด ขณะที่กำลังเดือดน้ำจะมีอุณหภูมิกคงตัว แม้ว่าจะได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นตลอดเวลาก็ตาม

การเดือดนี้แตกต่างจากการระเหยอยู่ที่ว่า การระเหยคือการกลายเป็นไอย่างช้าๆ และเฉพาะที่ผิว แต่การเดือดคือการกลายเป็นไอย่างรุนแรง และรวดเร็วและทั่วทุกส่วน โมเลกุลของน้ำแล่นผ่านด้วยแก้ว ก็จะเห็นว่าก๊าซที่ละลายอยู่ในน้ำจะรวมกันเป็นฟองลอยขึ้นมาก่อนเสียงที่ได้ยินจะดังแรงขึ้นๆ จนกระทั่งเมื่อถึงจุดเดือดก็จะเห็นการเคลื่อนที่ของฟองไอน้ำที่ลอยจากกันด้วยได้ชัด

(3) ความกดดันทำให้จุดเดือดเพิ่มสูงขึ้น แม้สิ่งเจือปนทำให้จุดเดือดเปลี่ยนแปลงได้เช่นเดียวกับทำให้จุดเยือกแข็งเปลี่ยนแปลงก็ตาม แต่สิ่งที่น่าสนใจมากก็คือ เมื่อเราเพิ่มความกดดันบนผิวของน้ำจุดเดือดจะเพิ่มขึ้น นั่นคือ

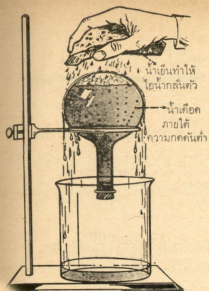


น้ำเดือดเมื่อความกดดันไอ เท่ากับความกดดันของอากาศ



ไอน้ำเดือดมีพลังงานหมุนกังหัน

และไอน้ำพุ่งขึ้นมาจากของเหลวอย่างรวดเร็วมาก ถ้าเราสังเกตการต้มน้ำในถ้วยแก้ว ก็จะเห็นว่าก๊าซที่ละลายอยู่ในน้ำจะรวมกันเป็นฟองลอยขึ้นมาก่อนเสียงที่ได้ยินจะดังแรงขึ้นๆ จนกระทั่งเมื่อถึงจุดเดือดก็จะเห็นการเคลื่อนที่ของฟองไอน้ำที่ลอยจากกันด้วยได้ชัด



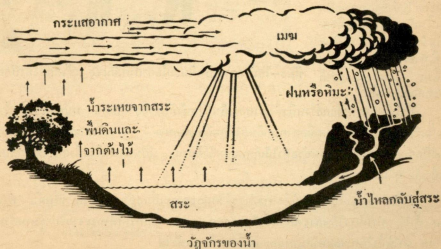
น้ำจะเดือดยากขึ้น และเราต้องให้ความร้อนแก่น้ำมากขึ้น ตรงข้ามกับเมื่อเราลดความกดดัน จุกเดือดจะลดต่ำลง

ถ้าเราต้มน้ำในคอนโทแก้วทนไฟให้เดือดแล้วกล่งทิ้งให้เย็นลงบ้าง แล้วปิดจุกและวางคว่ำลง เราจะเห็นว่าน้ำไม่อยู่ในอาการเดือดเลย แต่ถ้าเราเอาน้ำเย็นเทวดลงไปบนคอนโท น้ำก็เดือดพล่านให้เห็นได้ชัด ทั้งนี้เพราะไอน้ำในคอนโทกลั่นตัวเป็นน้ำและความกดดันบนผิวน้ำลดต่ำลง ถ้าวางด้วยแก้วน้ำเย็นไว้ในครอบแก้วซึ่งสูบลอากาศออกได้ น้ำก็จะเดือดพล่านได้เหมือนกัน เมื่อเราขึ้นไปบนภูเขาสูง เราต้มน้ำให้เดือดได้ง่าย แต่อุณหภูมิจะต่ำจนหุงต้มอาหารเช่นไข่มกไม่สุก ทั้งนี้ก็เพราะความกดดันของอากาศบนที่สูง ๆ นั้นต่ำมาก เราต้อง

ใช้หม้อที่มีฝาปิดมิดชิดป้องกันไม่ให้ไอน้ำออกมาจึงจะหุงต้มได้ หม้อหุงต้มความดันสูงซึ่งทำด้วยโลหะหนาๆ และมีฝาปิดได้มิดชิดมีประโยชน์มากในการประกอบอาหาร เพราะตามปกติจะต้องใช้ความร้อนสูงกว่า 100°C . จึงจะเดือด ทำให้อาหารสุกเร็วและมีคุณค่าทางอาหารดี

๔. วงจรของน้ำ

การหมุนเวียนของน้ำที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เขาเรียกว่า วงจรของน้ำ โดยอำนาจ แสงแดด น้ำจากแม่น้ำ ลำธาร ทะเลและมหาสมุทรระเหยกลายเป็น



เป็นไอขึ้นไปอยู่ในอากาศตลอดเวลา เมื่อไอน้ำลอยขึ้นไปสูงและเย็นลงก็กลั่นตัวเป็นหยดน้ำเล็ก ๆ ลอยอยู่เป็นกลุ่ม ๆ ซึ่งเรียกว่า เมฆ ถ้าหยดน้ำเล็ก ๆ ในอากาศ รวมกันเข้า เป็นหยดน้ำใหญ่ขึ้น และหนักจนอากาศพุงไว้ไม่ไหว ก็ตกลงมาเป็นฝนสู่ผิวโลก น้ำฝนส่วนหนึ่งจะระเหยกลับขึ้นไปอยู่ในอากาศอีก แต่ส่วนใหญ่จะไหลลงที่ต่ำ ไปสู่ทะเลและมหาสมุทร แล้วระเหยขึ้นไปอยู่ในอากาศอีก หมุนเวียนเป็นวัฏจักรอยู่เช่นนั้นตลอดเวลา

ไอน้ำในอากาศนอกจากจะกลายเป็นน้ำฝนกลับมาสู่ผิวโลกดังกล่าวแล้ว บางที่ก็กลับมาสู่ผิวโลกในรูปอื่น เช่น น้ำค้าง ลูกเห็บ และ หิมะ เมื่ออากาศเย็นลงในเวลากลางคืนไอน้ำในอากาศจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำค้าง เกาะอยู่ตามใบหญ้าใบไม้ ลูกเห็บ นั้น เกิดจากหยดน้ำฝน เมื่อหยดน้ำฝนถูกพายุพัดตกลงมาลงจะ ระเหย และเย็นลง จนกลายเป็นก้อนน้ำแข็งเล็ก ๆ เป็นแกนให้ไอน้ำและหยดน้ำในอากาศเกาะพอกติดขึ้นและแข็ง แล้วตกลงมาสู่ผิวโลก ส่วนหิมะนั้นเกิดจากริมฝีปากในอากาศกลายเป็นเกล็ดน้ำแข็ง เมื่ออุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 0°C . มาก หิมะบางที่ ก็เกิดลอย อยู่ สูง เป็นเมฆหิมะ เติบโตเกิดอยู่ต่ำก็มักจะตกลงสู่พื้นดิน



หิมะ—ไอน้ำกลายเป็นหิมะเมื่ออากาศเย็นจัด แล้วตกลงมาปกคลุมพื้นดิน

ไอน้ำในอากาศก็อย่างหนึ่งซึ่งเรามองเห็นในหน้าหนาวคือ หมอก หมอกก็เหมือนหยดน้ำเล็ก ๆ ซึ่งกลั่นตัวจากไอน้ำในอากาศเมื่ออากาศเย็นลงเช่นเดียวกับเมฆ แต่หมอกเกิดอยู่ใกล้กับพื้นดิน ผืนผ่งที่ลอยอยู่ในอากาศมีส่วนช่วยทำให้เกิดหมอกได้ดีมาก เป็นแกนให้ไอน้ำเกาะและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเล็ก ๆ ได้สะดวก

วัฏจักรของน้ำมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและความเป็นอยู่ของเรามาก เป็นต้น ทำให้เราน้ำดื่ม น้ำใช้ ทำให้เราได้พลังงานจากน้ำไหลน้ำตก ตลอดจนทำให้น้ำกระจายไปอยู่ตามส่วนต่างๆ ของโลก ทำให้น้ำในทะเลมหาสมุทรและแม่น้ำไม่เหือดแห้งไป

แบบฝึกหัดบทที่ 6

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

- ก. ทำให้สารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็น.....
และ.....เป็น.....
- ข. ปลาและสัตว์น้ำในทะเลน้ำแข็งไม่ตาย เพราะน้ำแข็งตัวจาก.....
ไป..... ทั้งนี้ก็เพราะว่าความหนาแน่นของน้ำแข็ง.....
กว่าน้ำเหลวและน้ำแข็ง.....ในน้ำเหลว
- ค. ความกดดันทำให้น้ำแข็ง.....และทำให้น้ำเดือด.....
นั่นคือทำให้จุดหลอมเหลวลดต่ำลงและทำให้จุดเดือด.....
- ง. น้ำตาลหรือเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำทำให้น้ำมีจุดหลอมเหลว..... (เพิ่มขึ้นหรือลดลง)
- จ. เมื่อขึ้นไปบนเขาสูง ๆ ความกดดันของอากาศจะ.....น้ำจะ.....
ง่ายและจุดเดือด.....จนต้มไข่ไม่สุก
- ฉ. ประตุน้ำเดือด ณ.....°ฟ. หรือ.....°ซ. และแข็งตัว ณ.....°ฟ.
หรือ.....°ซ.

2. อะไรบ้างเป็นเหตุให้จุดเยือกแข็งเปลี่ยนแปลง และเราใช้ความรู้นี้ในการทำไอศกรีมได้อย่างไร
3. การเดือดกับการระเหยแตกต่างกันอย่างไร
4. วัฏจักรของน้ำคืออะไร และมีประโยชน์อย่างไร
5. เมฆและฝนเกิดขึ้นได้อย่างไร
6. ทำไมเราจึงรู้ว่าในอากาศมีไอน้ำอยู่เสมอ ไอน้ำในอากาศนี้มีประโยชน์อย่างไรบ้าง

บทที่ 7

อำนาจการละลายและความอ่อน ความกระด้างของน้ำ

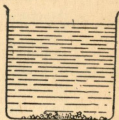
๑. น้ำละลายสารต่างๆ ได้ดีมาก

น้ำเป็นของเหลวที่ละลายสารต่าง ๆ ได้ดีมาก ละลายได้ทั้งก๊าซ ของเหลวและของแข็ง เขาใช้น้ำละลายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สำหรับทำน้ำโซดา น้ำฝนละลายออกซิเจนจากอากาศ และเมื่อไหลลงสู่แม่น้ำ ทะเลมหาสมุทร ปลาก็อาศัยออกซิเจนที่ละลายอยู่นั้นหายใจ ตามบ้านเราใช้น้ำละลายน้ำส้มสายชู เพื่อให้มีรสไม่เปรี้ยวเกินไปและเหมาะสำหรับปรุงอาหาร น้ำละลายของเหลวได้อีกหลายอย่าง เช่น อัลกอฮอล์ นักวิทยาศาสตร์กล่าวว่า น้ำบริสุทธิ์จริงๆ ละลายได้แม้กระทั่งแก้วและตะกั่ว ด้วยเหตุนี้เองจึงไม่มีน้ำบริสุทธิ์จริงๆ ตามธรรมชาติบนพื้นโลก น้ำธรรมชาติที่นับว่าค่อนข้างบริสุทธิ์และไม่มีอะไรเจือปนมากนักคือ น้ำฝนกลางหา

น้ำฝนคือน้ำกลั่นตามธรรมชาติ ขณะที่ตกผ่านอากาศลงมาสู่พื้นดิน น้ำฝนจะละลายออกซิเจน และการบอมนไยออกไซด์ลงไปด้วย เมื่อถึงพื้นดินแล้วก็จะละลายสารต่างๆ เช่น เกลือซึ่งอยู่ตามทางที่มันไหลผ่านไป การบอมนไยออกไซด์ที่ละลายอยู่จะช่วยให้น้ำฝนสามารถละลายแม้แต่หินได้ด้วยเหตุนี้เองน้ำในทะเลมหาสมุทรและตามแหล่งอื่น ๆ เช่นน้ำบาดาลซึ่งอยู่ใต้ดินลึก ๆ จึงมีสารต่างๆ ละลายปนอยู่

๒. สารละลาย

เมื่อเรตักน้ำตาลสะอาดๆ หนึ่งช้อนใส่ลงไปในน้ำหนึ่งถ้วยแล้วกวนเมื่อน้ำตาลจะค่อยหายไปจนหมดแต่น้ำก็ยังใสอยู่อย่างเดิม และมองดูไม่ออกว่ามีอะไรปนอยู่ในน้ำ จะรู้ว่ามียาตาลปนอยู่ก็ต่อเมื่อลองชิมดู การที่น้ำตาลปนอยู่กับน้ำจนเป็นเนื้อเดียวกัน และมองไม่เห็นส่วนใดเป็นน้ำ ส่วนใดเป็นน้ำตาลเช่นนั้นเราถือว่า



สารละลายอิ่มตัว ในสารละลายของน้ำตาล เรา มองไม่เห็นเม็ดน้ำตาล

ว่า น้ำตาลละลายในน้ำ และเรียกของเหลวที่มีน้ำตาล ละลาย ปนอยู่นี้ว่า สารละลาย (Solution) ระหว่างน้ำกับน้ำตาล เรียกสาร ซึ่งทำหน้าที่เช่นนี้ว่า ตัวทำละลาย (Solvent) และเรียกสาร



(ก)



(ข)



(ค)

แสดงโมเลกุลของน้ำตาลแทรกในโมเลกุลของน้ำ เมื่อ น้ำตาลละลาย

(ก) ตัวทำละลาย

(ข) น้ำตาลที่เพิ่งเติมลงในน้ำ

(ค) สารละลาย

ที่ถูกละลายยเช่นน้ำตาลว่า สารที่ถูกละลาย (Solute)

นักวิทยาศาสตร์กล่าวว่า สารทุกชนิดประกอบขึ้นด้วยอนุภาคเล็ก ๆ ซึ่งเรียกว่า โมเลกุล โมเลกุลแต่ละตัวเล็กมากจนใช้กล้องขยายส่องดูก็มองไม่เห็น และโมเลกุลของสารต่างชนิดกันไม่เหมือนกัน เมื่อรวมกันอยู่มาก ๆ จึงมองเห็นและรู้ว่าอะไรเป็นสารชนิดใด ในสารละลายเช่นน้ำเชื่อม เราจึงมองไม่เห็นว่ามันเป็นส่วนใดเป็นน้ำตาล เพราะโมเลกุลของน้ำตาลเข้าไปแทรกอยู่อย่างสม่ำเสมอในโมเลกุลของน้ำจนเป็นเนื้อเดียวกัน

๓. ความสามารถในการละลายของสารในน้ำ

น้ำเกลือใส ๆ ซึ่งมีเกลือละลายปนอยู่เป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ ก็เป็นสารละลายแม้ว่าทั้งเกลือและน้ำตาลละลายในน้ำได้ง่ายและดี แต่ก็ละลายได้ดีไม่

ปรากฏว่าน้ำธรรมดา 1 ลิตรละลายน้ำตาลได้ 300 กรัม แต่ละลาย
เกลือได้ถึงประมาณ 360 กรัม เขาจึงกล่าวว่า เกลือมี ความสามารถในการ
ละลายในน้ำมากกว่าน้ำตาล อนึ่งเกี่ยวกับความสามารถของการละลายนี้ ควร
ทราบด้วยว่า ความร้อนช่วยให้สาร เช่น น้ำตาลและเกลือโซเดียมในเตรต
ละลายในน้ำได้ดีขึ้น

เราอาจทำการทดลองได้โดยตักเกลือใส่ลงไปในน้ำที่ละร้อน และทุกครั้งที่ใส่ลงไปแล้ว
กวนให้ดี ตอนแรก ๆ เกลือก็จะละลายหมด แต่พอใส่เกลือลงไปมาก ๆ แม้ว่าจะกวนเท่าใดเกลือ
ก็จะไม่ละลายหมด และถ้าทิ้งไว้ก็จะตกตะกอนลงไปนอนที่ก้นถ้วยแก้ว สารละลายในสภาพที่มี
ตัวถูกละลายเช่นเกลือละลายอยู่เต็มที่มีเหลืออยู่ในน้ำเช่นนี้ เขากล่าวว่า สารละลายนั้น อิ่มตัว
(Saturated) ถ้าเอาถ้วยสารละลายนั้นตั้งไฟและกวนเรื่อย ๆ ไป ไม่ช้าเกลือที่ซึ่งเป็นของแข็ง
อยู่ก็จะละลายไป ถ้าน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น ๆ เกลือก็จะละลายได้มากขึ้น ๆ ด้วย

อนึ่ง ถ้าเรายกถ้วยสารละลายลงจากไฟและปล่อยให้เย็นลง เกลือที่ละลายอยู่ก็จะกลับ
เป็นของแข็งมากขึ้น ๆ ทั้งนี้ย่อมแสดงว่าสารจะละลายในน้ำได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นและจะ
ละลายได้น้อยลงเมื่ออุณหภูมิลด

๔. การแยกตัวทำละลาย (น้ำ) และตัวถูกละลาย (เกลือ) ออกจากสาร ละลาย (น้ำเกลือ)

ในสารละลาย เช่นน้ำเกลือ โมเลกุลของเกลือเข้าไปแทรกปนอยู่ระหว่าง
โมเลกุลของน้ำเป็นเนื้อเดียวกัน ดังนั้นจึงแยก สารละลายน้ำเกลือ เอาเกลือ
และน้ำออกจากกันโดยการกรองไม่ได้ แต่เราก็อาจแยกโดย วิธีกลั่น คือเอาน้ำ
เกลือไปต้ม น้ำจะระเหยเป็นไอ ซึ่งเมื่อทำให้เย็นลงก็จะกลายเป็นน้ำเหลวที่
บริสุทธิ์ แต่เกลือจะไม่ระเหยไปกับน้ำ และจะยังคงเหลืออยู่ในถ้วยแก้ว ใน
การทำเกลือสินเธาว์นั้นเขาต้มน้ำเกลือ และจะได้เกลือเหลืออยู่ในกระทะ ใน
การทำนาเกลือทะเล เขาปล่อยให้แดดเผา น้ำให้ระเหยไปและคงเหลือแต่เกลือ
อยู่ในนา

๕. น้ำอ่อนและน้ำกระด้าง

(1) ความหมายของความกระด้างและความอ่อนของน้ำ ได้กล่าว
มาแล้วว่า น้ำละลายสารต่างๆ ได้ดีมาก ดังนั้นน้ำที่มีอยู่ตามธรรมชาติทั่ว ๆ

ไป แม้แต่น้ำบาดาลจากบ่อลึกๆ ซึ่งได้ถูกกรองด้วยดินหนาๆ ก็มักมีอะไรละลายปนอยู่ สารที่ละลายอยู่นี้อาจทำให้น้ำมีรส กลิ่น สี และมีสมบัติไม่เหมาะสมสำหรับเป็นน้ำดื่มมาใช้

น้ำที่เราใช้ชักฟอกและชำระร่างกาย แม้ว่าจะมองดูใสสะอาด

บางทีก็ทำให้เราสั่นเปลืองส่นู่มากกว่าจะเกิดฟอง และยิ่งกว่านั้นยังเกิดโคลและเมือกกลิ่นเหม็นจนเห็นและรู้สึกได้ชัดอีกด้วย น้ำที่ทำให้สบู่ไม่เกิดฟองหรือมีฟองน้อยและเกิดเมือกโคลนี้เองเขาเรียกว่า น้ำกระด้าง น้ำซึ่งทำให้เกิดฟองกับสบู่และไม่เกิดเมือกโคลเลยเขาเรียกว่า น้ำอ่อน น้ำโดยทั่วๆ ไปมักจะกระด้าง บางทีก็กระด้างมาก บางทีก็กระด้างน้อย เราอาจลองดูว่าน้ำมีความกระด้างมากหรือน้อยได้ง่ายๆ โดยล้างมือด้วยน้ำนั้นกับสบู่

(2) สารที่ทำให้น้ำกระด้าง ความกระด้างของน้ำ เกิดจากสารประกอบของแคลเซียมหรือแมกนีเซียม เช่น แคลเซียมไบคาร์บอเนต แมกนีเซียมซัลเฟตซึ่งละลายอยู่ในน้ำ สารเหล่านี้เมื่อผสมกับสบู่ก็จะกลายเป็นเมือกเป็นโคล จึงไม่เกิดฟองซึ่งช่วยในการชักฟอกชำระร่างกาย ฟองสบู่จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อน้ำกระด้างกลายเป็น้ำอ่อน กล่าวคือ สารประกอบเหล่านี้กลายเป็นเมือกโคลแยกออกไปจากน้ำหมดแล้ว

น้ำทะเลเป็นน้ำกระด้าง เพราะมีสารประกอบแคลเซียมและแมกนีเซียมละลายอยู่มาก ในท้องที่ที่มีหินปูน (แคลเซียมคาร์บอเนต) อยู่มาก เช่นจังหวัดลพบุรี น้ำบ่อมีกระด้างมาก เพราะหินปูนถูกน้ำที่ละลายคาร์บอนไดออกไซด์ปนไว้กัดและกลายเป็นแคลเซียมไบคาร์บอเนต เมื่อเราล้างมือเป็นชอล์กด้วยสบู่ เราจะรู้สึกว่ามีเมือกกลิ่นมีโคลมากและจะไม่มีฟองสบู่ เพราะชอล์กทำให้น้ำกระด้าง ดังนั้นควรใช้น้ำเปล่าล้างให้หมดชอล์กหรือปูนขาวเสียก่อนจึงล้างด้วยสบู่

(3) น้ำกระด้างชั่วคราว น้ำกระด้างถาวรและการกำจัดความกระด้าง หลักการในการกำจัดความกระด้างของน้ำก็คือ ต้องกำจัดสารประกอบของ



คัลเซียมและแมกเนเซียมซึ่งละลายอยู่ในน้ำ โดยทำให้กลายเป็นสารชนิดอื่นที่ละลายในน้ำไม่ได้อีกต่อไป

การที่จะทำให้เกิดผลเช่นนี้ได้ นั้น บางทีก็ทำได้ง่าย บางทีก็ยาก น้ำกระด้างโดยมากดื่มแล้วก็หายกระด้าง แต่บางทีก็ไม่ได้หายแล้วแต่ว่าสารที่ละลายอยู่นั้นเป็นอะไร ดังนั้นเขาจึงแบ่งน้ำกระด้างออกเป็น 2 ชนิด คือ

ก. น้ำกระด้างชั่วคราว คือน้ำกระด้างที่ ทำให้อ่อนได้โดยการต้ม

ข. น้ำกระด้างถาวร คือน้ำกระด้างที่ ทำให้อ่อนไม่ได้โดยการต้ม

น้ำกระด้างชั่วคราวนั้น มีคัลเซียมไบคาร์บอเนตละลายอยู่ เมื่อต้ม คัลเซียมไบคาร์บอเนตจะคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออก และกลายเป็นคัลเซียมคาร์บอเนตตกตะกอนลง จึงไม่อาจผสมกับสบู่และทำให้เสียเนื้อสบู่ไป

ส่วนน้ำกระด้างถาวรนั้นอาจมีคัลเซียมซัลเฟตหรือแมกเนเซียมซัลเฟต (ดีเกลือซึ่งใช้เป็นยาถ่าย) ละลายอยู่ สารตัวนี้ถูกละลายสองชนิดนี้เมื่อน้ำร้อนขึ้นก็ยังละลายได้ดีขึ้น ดังนั้นจึงกำจัดโดยการต้มไม่ได้ ตามปกติเขาใช้วิธีเคมี กล่าวคือ ใส่สารบางชนิดลงไปเพื่อให้เกลือคัลเซียมและแมกเนเซียมกลายเป็นสารอื่นซึ่งไม่ละลายในน้ำ

การกำจัดความกระด้างของน้ำ มีหลายวิธีด้วยกัน เช่น

(ก) การต้ม กำจัดได้แต่ความกระด้างชั่วคราวเท่านั้น

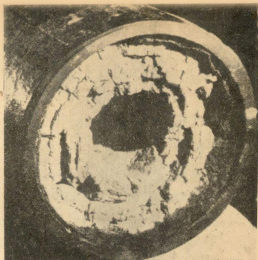
(ข) การกลั่น กำจัดความกระด้างได้ทั้งสองชนิด เพราะไอน้ำจะไม่มีเกลือระเหยปนออกมาด้วย น้ำกลั่นจึงเป็นน้ำอ่อน

(ค) การใช้เครื่องยาเคมี กำจัดความกระด้างได้ทั้งสองชนิด สารเคมีที่ใช้มีหลายชนิดเช่น โซดาคาร์บอเนต (โซดาซักผ้า) บอแรกซ์ (Borax) ไตรโซเดียมฟอสเฟต หรือ โซเดียมเซโอไลท์ (Scolite) หรือ เปอมิวติต (Permutit) สารประกอบของบอโรนหรือของ โซเดียม จะทำให้ สารประกอบ ของคัลเซียมหรือแมกเนเซียมที่ละลายในน้ำ กลายเป็นสารอย่างอื่นซึ่งละลายน้ำไม่ได้ตกตะกอนแยกออกจากน้ำไป



(4) ประโยชน์ และ โทษของ น้ำกระด้าง แม้ว่าความกระด้างของน้ำ อาจมีประโยชน์บ้าง เช่นน้ำดื่ม ถ้าไม่ กระด้างเลย จะละลายตะกั่วซึ่งเป็นพิษ ต่อร่างกาย แต่โดยทั่วไปแล้วเราอาจ กล่าวได้ว่า ความกระด้างของน้ำทำให้เกิดโทษ และ ความ สิ้น เปลือง เสียหาย หลายประการ

น้ำดื่ม ที่กระด้างมากอาจทำให้ เราเป็นนิ่วหรือโรคอื่นๆ ความกระด้าง ของน้ำใช้ในบ้าน จะทำให้เรา สิ้นเปลืองสบู่ ทำให้ เกิดตะกรันเกาะกาคัดน้ำ หนา เราต้องสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากกว่าจะต้มน้ำเดือด ตะกรันนี้เกิดจาก สารที่ทำให้เกิด ความกระด้างชั่วคราวตกตะกอนและเกาะจับกันแน่นพอกภายใน ภาชนะ



ตะกรันในท่อน้ำเกิดจากน้ำกระด้าง ส่วนใหญ่เป็นแคลเซียมคาร์บอเนต

ตามโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงไฟฟ้า และ เครื่องกลจักรไอน้ำ ที่ต้องใช้น้ำมากเขาต้อง ทำน้ำกระด้างให้อ่อนเสียก่อนนำไปใช้ ความกระด้างของน้ำจะทำให้ ท่อน้ำ สำหรับส่งจ่ายน้ำร้อน ตีบตันและทำให้ หม้อต้มน้ำ ในโรงงานมีตะกรันเกาะหนา เป็นเหตุให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและอาจถึง กับระเบิดทำความเสียหายให้แก่ทรัพย์สินและอันตรายแก่ร่างกายจนถึงกับเสียชีวิตได้ ในโรงงาน อุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานกระดาษและทอผ้า น้ำอ่อนมีความจำเป็นมาก เพราะต้อง ใช้น้ำชะล้างด้วย ถ้าน้ำที่ใช้เป็นน้ำกระด้าง สีของกระดาษและผ้าก็จะไม่เป็นไปตามที่ต้องการ และยิ่ง กว่านั้นเนื้อกระดาษและผ้าก็จะไม่เหนียวแข็งแรงด้วย

แบบฝึกหัดบทที่ 7

1. จงเติมคำตอบในช่องว่าง

- ก. ในการทำน้ำเชื่อม เมื่อต้องการให้น้ำตาลละลายในน้ำได้.....
(มากหรือน้อย) เขาต้องตั้งไฟ เขาเรียกน้ำเชื่อมว่าสารละลาย เรียกน้ำตาลว่าตัว.....และเรียกน้ำว่า.....
- ข. น้ำกระด้างกลืนน้ำไม่.....กับ.....
- ค. น้ำกระด้าง.....กลืนน้ำกระด้างที่ทำให้อ่อนได้ โดยการต้ม

- ง. น้ำกระด้าง.....คือ น้ำกระด้างที่ทำให้ร้อนไม่ได้โดยการต้ม
- จ. สารที่ละลายในน้ำ เช่น.....ทำให้ น้ำกระด้างถาวร ถ้าทำให้สารเหล่านี้ตกตะกอนได้น้ำก็จะหาย.....
- ฉ. สมบัติที่ให้น้ำหายกระด้างได้ เพราะสบู่มผสมกับสารที่ละลายอยู่ในน้ำ และทำให้น้ำกระด้างกลายเป็น.....
2. น้ำกระด้างคืออะไร มีคุณและโทษอย่างไร
 3. จงอธิบายวิธีกำจัดความกระด้างของน้ำมาสองวิธี
 4. น้ำกระด้างชั่วคราวและถาวรแตกต่างกันอย่างไรบ้าง และจะกำจัดความกระด้างเหล่านี้ได้อย่างไร
 5. ทำไมน้ำที่น้ำกระด้างเลยจึงไม่เหมาะสำหรับใช้เป็นน้ำดื่ม
 6. สารละลายคืออะไร และเราจะแยกเกลือจากน้ำเกลือได้อย่างไร ธรรมชาติช่วยในการทำเกลือจากน้ำทะเลได้อย่างไร
 7. ความสามารถในการละลายของสาร (Solubility) คืออะไร ความร้อนทำให้ความสามารถของการละลายเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร จงอธิบายและชักตัวอย่างประกอบ

บทที่ 8

ไฮโดรเจน

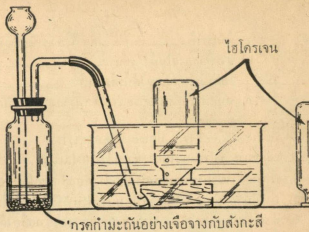
๑. การค้นพบก๊าซไฮโดรเจน

ในราว ค.ศ. 1780 นักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ค้นพบก๊าซชนิดหนึ่งซึ่งติดไฟได้ แต่ก็ไม่ได้ทดลองค้นคว้าและศึกษาให้รู้แน่ว่าเป็นก๊าซอะไร และมีสมบัติอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ชาติสวิสส์ชื่อพาราเซลซัส (Paracelsus ค.ศ. 1493—1534) ได้สังเกตเห็นว่า เมื่อทิ้งเศษเหล็กลงไปในกรด จะมีก๊าซติดไฟได้เกิดขึ้น ผู้ที่เริ่มศึกษาก๊าซอย่างจริงจังคือ แควนดิช (Cavendish ค.ศ. 1731—1810) แควนดิชร่ำรวยมาก ได้อุทิศตนเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และได้ศึกษาทดลองค้นคว้าวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ เช่น แม่เหล็ก ไฟฟ้า ความร้อน และเรื่องโลกในห้วงทดลองส่วนตัวเป็นเวลากว่า 60 ปี ในปี ค.ศ. 1784 ได้ทดลองแสดงต่อที่ประชุมนักวิทยาศาสตร์ให้เห็นประจักษ์ว่า ไฮโดรเจนเป็นธาตุ และเมื่อรวมทางเคมีกับออกซิเจนจะเกิดน้ำขึ้น แควนดิชเตรียมไฮโดรเจนโดยใช้กรดกัดสังกะสีหรือเหล็ก แล้วเก็บไว้เหนือน้ำในกระบอกเพื่อนำไปทดลองแสดงสมบัติต่าง ๆ ของก๊าซนี้ต่อไป ในปัจจุบันในห้องทดลองเรายังคงเตรียมก๊าซโดยใช้กรดกัดสังกะสี

ก๊าซไฮโดรเจนมีอยู่ตามดาวฤกษ์ทั่วไป ส่วนประกอบส่วนใหญ่ของดวงอาทิตย์ก็เป็นก๊าซไฮโดรเจน บนโลกแทบไม่มีไฮโดรเจนบริสุทธิ์อยู่ตามธรรมชาติเลย แต่รวมอยู่กับธาตุอื่นเป็นสารประกอบ เช่น น้ำและน้ำมันเปโตรเลียม แม้จะมีสารประกอบของไฮโดรเจนอยู่บนโลกแทบทุกแห่ง แต่เนื่องจากเป็นธาตุที่เบาที่สุด จึงมีไฮโดรเจนอยู่เพียงประมาณ 1% ของน้ำหนักของโลกเท่านั้น

๒. การเตรียมก๊าซไฮโดรเจนในห้องทดลอง

(1) การใช้ กรด กับ โลหะ วิธีที่ง่ายและสะดวกที่สุดสำหรับใช้เตรียมก๊าซไฮโดรเจนในห้องทดลอง ก็คือวิธีของแควนติช กล่าวคือ



ให้นำกรดเกลือ อย่างเจือจางใส่กรวยลงไปในช่วงที่ใส่เศษสังกะสีเอาไว้ ถ้าให้นำกรดให้ท่วมปลายล่างของกรวย ก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นก็จะไหลตามท่อเข้าไปแทนที่น้ำ และอยู่เหนือน้ำในกระบอกเก็บก๊าซ กระบอกนี้เติมน้ำเต็มและคว่ำอยู่ในอ่างน้ำ นักเคมีเขียนสมการแสดง ปฏิกิริยาเคมี ระหว่างกรดและสังกะสีไว้ดังนี้



เราอาจใช้กรดอย่างอื่น เช่นกรดกำมะถันหรือซัลฟูริก (H_2SO_4) แทนกรดเกลือ และใช้โลหะอย่างอื่น เช่น เหล็ก (Fe) แทนสังกะสีก็ได้ การทราบไว้ด้วยว่า กรดทุกชนิดต้องมีไฮโดรเจน เป็นส่วนประกอบ ดังนั้นเมื่อผสมกับโลหะ โลหะจะเข้าไปแทนที่ไฮโดรเจนในกรด ไฮโดรเจนจึงออกมา

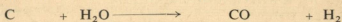
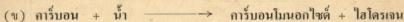
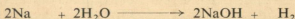
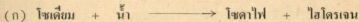
(2) การแยกน้ำเอาไฮโดรเจนโดยใช้โลหะหรือโลหะบางชนิด โลหะบางชนิด เช่น โซเดียม คัลเซียม และเหล็ก และอโลหะเช่นคาร์บอน ผสมทางเคมีกับน้ำได้โดยตรง และก๊าซไฮโดรเจนจะเกิดขึ้น

ก. น้ำเย็น น้ำเย็นผสมทางเคมีกับโลหะโซเดียมได้โดยตรง และเกิดไฮโดรเจนขึ้น ในการใช้โซเดียมต้องระวังให้มาก ต้องใช้ชิ้นเล็กๆ และกดไว้ให้จมน้ำเสมอ เพราะปฏิกิริยาเคมีนี้ทำให้เกิดความร้อนขึ้นมาก จนไฮโดรเจนติดไฟและอาจเกิดระเบิดได้

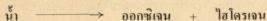
ข. ใช้น้ำหรือน้ำร้อน ธาตุบางชนิดจะผสมกับน้ำร้อนหรือไอน้ำเท่านั้น

เช่นถ้าให้น้ำผ่านถ่าน (คาร์บอน) ที่เผาจนลุกแดง ไฮโดรเจนจะแยกออกจากน้ำ

เราเก็บก๊าซไฮโดรเจนโดยวิธีเดียวกับข้อ (1) นักเคมีเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีดังนี้



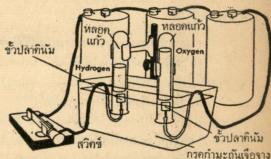
(3) การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า ถ้าเราผ่านกระแสไฟฟ้าตรง จากแบตเตอรี่ไฟฟ้าเข้าไปในน้ำซึ่งมีกรดหรือโซดาไฟปนอยู่เล็กน้อย น้ำก็จะแยกออกเป็นก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจน ถ้าแยกเก็บก๊าซนี้ไว้เหนือน้ำโดยให้แทนที่น้ำก็จะเห็นว่าปริมาตรของก๊าซไฮโดรเจนเป็นสองเท่าของออกซิเจน นักเคมีเขียนสมการแสดงการแยกน้ำด้วยไฟฟ้าดังนี้



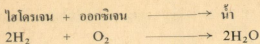
ให้สังเกตว่า H_2O , O_2 , H_2 , CO , NaOH , HCl , ZnCl_2 เหล่านี้แทนโมเลกุลของน้ำ ออกซิเจน ไฮโดรเจน คาร์บอนมอนอกไซด์ โซดาไฟ หรือโซดาแผลเผา กรดเกลือและสังกะสีกลไธ่ตามลำดับ แต่ H , O , C , Na , Zn และ Cl นั้นแทนอะตอมของธาตุ

๓. สมบัติของไฮโดรเจน

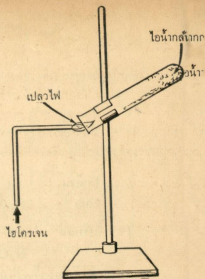
ไฮโดรเจนเป็นธาตุและก๊าซที่ เบาที่สุด หนักเพียงประมาณ 1 ใน 14.5 เท่าของอากาศ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และ ไม่มีรส ไม่เอื้อชีวิต ไฮโดรเจนไม่ช่วยให้ไฟติดแต่ติดไฟได้ กล่าวคือจะผสมทางเคมีกับออกซิเจนและเกิดน้ำตามสมการเคมีดังนี้



การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า



เมื่อไฮโดรเจนติดไฟในออกซิเจนและเกิดน้ำขึ้นนั้น ความร้อนจะเกิดขึ้นมาก และถ้าเราผสมไฮโดรเจน 2 ส่วนกับออกซิเจน 1 ส่วนโดยปริมาตร แล้วจุดไฟ จะเกิดการระเบิดอย่างรุนแรงและทำให้เกิดอันตรายได้มาก ไฮโดรเจนผสมทางเคมีกับธาตุและสารอื่นๆ ได้อีกหลายชนิด เช่น คลอรีนและไนโตรเจน



ไฮโดรเจนติดไฟในอากาศทำให้เกิดไอน้ำ

เราอาจทำการทดลองแสดงสมบัติของไฮโดรเจนได้ดังนี้

ก. ไฮโดรเจนไม่ช่วยให้ติดไฟ เอาเศษไม้ชิ้นยาว ๆ ติดไฟให้ลุกแล้วแห่ลงไปเร็ว ๆ และลึก ๆ ลงไปในขวดไฮโดรเจนที่เตรียมไว้ เปลวไฟจะดับทันที

ข. ไฮโดรเจนติดไฟได้และเกิดน้ำ เมื่อหยดกระบอกเก็บก๊าซไฮโดรเจนที่เตรียมไว้ขึ้นแล้วเอาไฟไปจ่อที่ปากกระบอก ไฮโดรเจนจะติดไฟในอากาศซึ่งมีออกซิเจน ถ้าจะให้เปลวไฟติดอยู่ได้นาน ควรให้ก๊าซไหลตามท่ออย่างและออกที่ปลายหลอดแก้ว แล้วจุดไฟที่ปลายหลอดแก้ว ไฮโดรเจนก็จะติดไฟไม่เปลวสีฟ้าจาง ๆ จางมากเกือบมองไม่เห็น และเมื่อเอาขวดน้ำเย็นไปรับเปลวไฟ ก็จะได้หยดน้ำ เพื่อไม่ให้มันซับซ้อนสับสนว่า ก๊าซไฮโดรเจนที่ใช้น้ำไปนั้นอยู่ ควรให้ไฮโดรเจนที่เตรียมเอาไว้ไหลผ่านหลอดบรรจุกลีเซอรีนคลอรีน ซึ่งมีสมบัติดูดไอน้ำเสียก่อน

ค. ไฮโดรเจนไม่เอื้อชีวิต ทั้งแมลงลงไปในกระบอกเก็บไฮโดรเจนซึ่งเคยเตรียมเอาไว้แล้วจับบีบ ไม่ช้าแมลงนั้นจะตาย

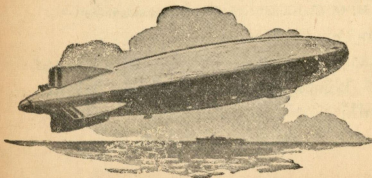
๔. ประโยชน์ของไฮโดรเจน

(1) บรรจุก๊าซ บอลลูนและเรือเหาะ เนื่องจากก๊าซไฮโดรเจนเตรียมได้ง่ายและเบาะเรี่ย

สุด เขาจึงใช้ก๊าซนี้มาบรรจุก๊าซ และบรรจุน้ำมัน เปรต แต่เนื่องจากติดไฟง่าย และติดไฟเร็วขึ้นออกง่าย การใช้ก๊าซหรือบรรจุก๊าซบอลลูนโดยสารหรือไต่เรือเหาะจึงไม่ปลอดภัยนัก

(2) เชื่อมโลหะ

เมื่อไฮโดรเจนติดไฟ เปลวไฟ



จะมีอุณหภูมิสูงมาก เขาจึงใช้ในการเชื่อมโลหะ เพื่อให้เปลวไฟร้อนจัดเขาไม่ใช้ออกซิเจนในอากาศ แต่ใช้จากท่อและให้ผสมกับไฮโดรเจนจากท่ออีกท่อหนึ่ง ท่อก๊าซเหล่านี้ทำด้วยเหล็กหนาแข็งแรงมาก เพราะก๊าซถูกอัดแน่นอยู่ได้ความดันสูง

(3) ให้ความร้อน ในบางประเทศเขาใช้ก๊าซชนิดหนึ่งซึ่งมีไฮโดรเจนปนอยู่ประมาณ 50% เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหุงต้มและให้ความร้อนแก่บ้านเรือน ก๊าซชนิดนี้ทำโดยผ่านไอน้ำไปเหนือถ่านโค้กที่ติดไฟลุกโชนอยู่

(4) ทำน้ำมันพืชและสัตว์ให้แข็ง เพื่อให้ล้าเลียงขนส่งสะดวกและเก็บรักษาง่าย เขามักใช้ไฮโดรเจนทำน้ำมันเหลวจากพืชและสัตว์ให้แข็งเสียก่อน เหนยมาเจอรีน ที่ใช้ทำกับข้าวและขนมนี้ ก็ทำจากน้ำมันมะพร้าวโดยใช้ไฮโดรเจนทำให้แข็ง

(5) ทำแอมโมเนีย เช่น แอมโมเนียในท้องตลาดทำจากการรวมไฮโดรเจนและไนโตรเจนโดยตรง วิธีรวมสารให้เกิดสารใหม่ขึ้นเช่นนี้ เขาเรียกว่า วิธีสังเคราะห์ (Synthesis) แอมโมเนียใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมหลายอย่าง เช่นในการทำปุ๋ยและดินระเบิด

แบบฝึกหัดบทที่ 8

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

- ก. แก๊วนิตรเจนเป็นนักวิทยาศาสตร์ชาติ..... ได้ทำการทดลองแสดงว่า ไฮโดรเจนเป็น..... ซึ่งผสมกับออกซิเจนทางเคมีจะเกิด.....
- ข. ไฮโดรเจนเป็นก๊าซ..... ที่..... กลิ่นและเบา..... เตรียมได้โดยใช้กรดกับแร่หรือกรดเกลืออย่างเจือจางกัดโลหะ.....
- ค. บนโลกมีไฮโดรเจนอยู่ประมาณ.....% ของน้ำหนักโลก
- ง. ออกซิเจน..... ส่วนผสมทางเคมีกับไฮโดรเจน..... ส่วนโดยปริมาตรก็จะกลายเป็น..... ได้หมดลพอดี้
- จ. กรดเกลือ = สังกะสีคลอไรด์
 โซเดียม = โซดาไฟ
 คาร์บอน = คาร์บอนมอนอกไซด์

2. จงอธิบายวิธีเตรียมก๊าซไฮโดรเจนมาหนึ่งวิธี

3. ไฮโดรเจนมีสมบัติและประโยชน์ที่สำคัญ ๆ อะไรบ้าง

4. จะทำการทดลองอย่างไร จึงจะรู้ว่าไฮโดรเจนติดไฟ แต่ไม่ช่วยให้ไฟติดและไม่เอื้อชีวิต

5. จะแสดงให้เห็นได้อย่างไรว่า น้ำประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจน

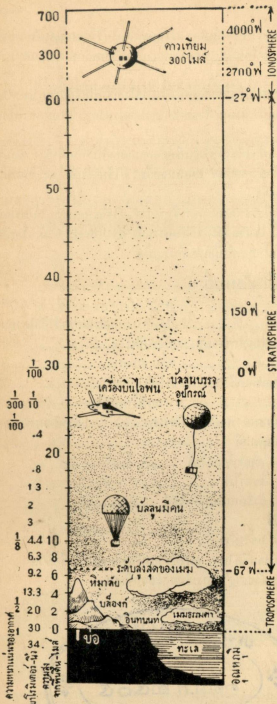


หน่วยที่ 3

บรรยากาศ

ถ้าขึ้นไปในที่สูงๆ เร็วๆ เราจะรู้สึกห่อ บ้างทีถึงกับแก้吐และรู้สึกปวดหู เมื่อเครื่องบินโดยสารบินผ่านแถบที่มีอากาศปั่นป่วน หรือ มีพายุฝน นักบินต้องบินหลบขึ้นไปสูงๆ แล้วเครื่องบินก็จะหายโคลงเคลง ทั้งนี้ก็เพราะ อากาศที่อยู่ใกล้ผิวโลก และที่อยู่สูงๆ ขึ้นไป มีความหนาแน่นและสภาพแตกต่างกัน

มนุษย์เรอาศัยอยู่กัน “มหาสมุทร” อากาศหรือบรรยากาศ คล้ายๆ กับ สัตว์ ทะเลลึก ซึ่งอาศัย อยู่กัน มหาสมุทร น้ำหนักของอากาศซึ่งเป็นเปลือกหุ้มห่อโลก ทับถม กันหนาหลายร้อย ไมล์นั่นเอง ทำให้เกิดความกดดันบนตัวเรา และสรรพ วัตถุ ทั้งหลาย ในบรรยากาศ สมัยก่อนมนุษย์เรารู้เรื่องของบรรยากาศเพียงเล็กน้อย นักวิทยาศาสตร์เพิ่งเริ่มศึกษาเรื่อง บรรยากาศเมื่อประมาณ 200 ปีเอง โดยเริ่มส่งเทอร์โมมิเตอร์ติดว่าขึ้นไปวัดอุณหภูมิ แล้วต่อมานักวิทยาศาสตร์ได้ขึ้นไปในลูกบอลลูน และในเครื่องบิน และนำเครื่องวัด เช่น เทอร์โมมิเตอร์ และบาโรมิเตอร์ติดไปด้วย แต่ลูกบอลลูนและเครื่องบินก็ขึ้นไปได้สูงไม่กี่ ไมล์ ในสมัยปัจจุบัน ความเจริญก้าวหน้าในการ สร้าง จรวด ได้ช่วย ให้ นักวิทยาศาสตร์สามารถสำรวจและศึกษาบรรยากาศในระดับสูงๆ ขึ้นไปตั้งหลายร้อยไมล์ ทำให้เรารู้เกี่ยวกับบรรยากาศมากขึ้น ดังจะได้กล่าวถึงในหน่วยนี้



ชั้นของบรรยากาศและปรากฏการณ์ในบรรยากาศ

๑. ความหมายของบรรยากาศ

โลกของเราประกอบด้วยสามส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่เป็นของแข็ง เรียกว่า แหล่งหล้าหรือลิโทสเฟียร์ (Lithosphere) ส่วนที่เป็นของเหลวเรียกว่า แหล่งน้ำ หรือ ไฮโดรสเฟียร์ (Hydrosphere) และส่วนที่เป็นก๊าซหรืออากาศ เรียกว่า แหล่งลม หรือ บรรยากาศ (Atmosphere) ส่วนทั้งสามนี้เคลื่อนที่ไปด้วยกัน

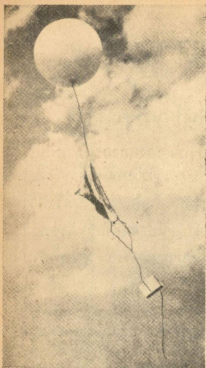
มนุษย์เราอาศัยอยู่บนพื้นแผ่นดินและอยู่บน “มหาสมุทร” อากาศ ซึ่งหนาหลายร้อยไมล์ อากาศประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจนประมาณ 78% ก๊าซออกซิเจนประมาณ 21% และอีกประมาณ 1% เป็นก๊าซอื่นๆ เช่น เนออน คาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ อากาศมีความจำเป็นแก่ชีวิตของเรามาก เราอาจอดอาหารได้กว่า 3 สัปดาห์ อดน้ำได้กว่า 3 วัน แต่ถ้าเราไม่มีอากาศสำหรับหายใจเพียง 3 นาที เราก็จะตาย

อากาศซึ่งหุ้มห่อเป็นเปลือกของโลกนี้ นักวิทยาศาสตร์เรียกว่า บรรยากาศ แม้ว่าบรรยากาศจะประกอบด้วยก๊าซ และโลกหมุนรอบตัวเองอย่างรวดเร็วและเคลื่อนที่ไปรอบดวงอาทิตย์ด้วยความเร็วประมาณ 70,000 ไมล์ต่อชั่วโมง บรรยากาศก็ติดตามโลกไปด้วย ทั้งนี้ก็เพราะ แรงความถ่วงของโลกดึงดูดสิ่งโมเลกุลของอากาศเอาไว้ไม่ให้หลุดลอยหนีไปจากโลก

๒. ความสูงหรือความหนาของบรรยากาศเหนือพื้นดิน

เราอาจวัดความลึกของทะเลได้ถูกต้องแม่นยำ เพราะน้ำทะเลมีผิวบนแสดงเขตแบ่งแยกอย่างชัดเจนจากอากาศ ส่วนบรรยากาศนั้นจะวัดความสูงให้ได้อย่างถูกต้องแม่นยำไม่ได้ เพราะเมื่อสูงๆ ขึ้นไป อากาศจะค่อยๆ แผ่วจางลงๆ จนไม่ทราบว่ามันสิ้นสุดลง ณ ที่ใด และผิวบนของอากาศอยู่ ณ ที่ใด

ในสมัยปัจจุบัน วิทยาศาสตร์ได้ก้าวหน้ามาอย่างรวดเร็ว นักวิทยาศาสตร์จึงส่งลูกบอลลูน เครื่องบิน และจรวด ทั้งที่มีคนและไม่มีคนขับขึ้นขึ้นไปสำรวจบรรยากาศได้สูงมากขึ้นเป็นลำดับมา จนสามารถขึ้นไปถึงชั้นนอกของบรรยากาศ และเลยออกไปสู่อวกาศภายนอกโลก



ลูกบอลลูนส่งขึ้นไปสำรวจบรรยากาศ

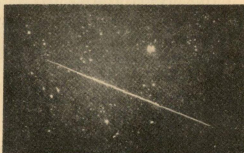
ในปี ค.ศ. 1935 นักสำรวจชาวอเมริกันขึ้นไปในลูกบอลลูนได้สูง 14 ไมล์ แต่ลูกบอลลูนที่ไม่มีคนขึ้นไปด้วยได้นำเครื่องสำรวจลอยขึ้นไปสูงถึง 25 ไมล์ ณ ระดับนี้ความกดดันลดต่ำมากจนลูกบอลลูนระเบิด รมชัฐได้ช่วยพยุงให้เครื่องสำรวจตกลงสู่พื้นดินโดยไม่ชำรุดเสียหาย การสำรวจนี้แสดงให้เห็นว่า ณ ระดับสูง 25 ไมล์ ยังมีอากาศแต่มีความหนาแน่นเพียง 1 ใน 1000 ของอากาศที่ระดับผิวน้ำทะเล

ในปี ค.ศ. 1956 เครื่องบินขับดันด้วยจรวด X-2 ของสหรัฐอเมริกา ได้ขึ้นไปสำรวจบรรยากาศสูงกว่า 24 ไมล์ ในปัจจุบันนี้ดาวเทียม ขับดันด้วยจรวดขึ้นไปโคจรรอบโลกโดยไม่มีคนบังคับหลายดวงด้วยกัน ที่โคจรรู้อยู่สูงถึง 300 ไมล์ก็มี จรวดหลายลูกได้ถูกส่งขึ้นไปในบรรยากาศและตกลงสู่พื้นดิน แต่ที่ออกไปสู่อวกาศภายนอกจนถึงดวงจันทร์ (238,000 ไมล์) และเลยออกไปไกลกว่านั้นแล้วหายไประหว่างนี้ในเดือนพฤษภาคม ค.ศ. 1961 ดาวเทียมลูกแรกได้นำนักอวกาศออกไปนอกโลก ขึ้นไปสูงที่สุดถึง 167 ไมล์ และโคจรรอบโลกนาน 1 ชั่วโมง 57 นาที

ดาวเทียมและจรวดเหล่านี้บรรจุเครื่องมือทั้งเครื่องสำรวจบรรยากาศ และบางดวงก็ติดเครื่องมือวิทยาศาสตร์สำหรับรับคำสั่งและส่งสัญญาณตลอดจนภาพแสดง สภาพของบรรยากาศกลับลงสู่โลกให้นักวิทยาศาสตร์ทราบและศึกษาหาความรู้ ปรากฏว่า แม้แต่ ในระดับสูงถึง 600 ไมล์จากพื้นดินก็ยังมีความอบอุ่นบ้าง เล็กน้อย แต่เผวจากมาก

๓. * ปรากฏการณ์ ธรรมชาติ ที่ชี้ให้เห็นถึงความหนาของบรรยากาศ

(1) ฟ้าพุ่งได้ ดาวตก หรือ ดาวร่วง (Meteors) เป็นก้อนสสาร ลอย อยู่ใน อวกาศ นอก โลก เมื่อเคลื่อนที่เข้ามาในเขตความว่างของโลก ก็ถูกโลกดึงดูดให้ตกลงสู่



ฟ้าพุ่งได้เคลื่อนผ่านกลุ่มดาวซึ่งอยู่เบื้องหลัง

* ปรากฏการณ์ธรรมชาติในบรรยากาศเกี่ยวกับเรื่องเมฆ หมอก ฝน ลูกเห็บและหิมะ ให้ดูหัวข้อ ๕ โดโรโปสเฟียร์ บทที่ ๕ และหัวข้อ ๔ วงจักรของน้ำ บทที่ ๖

พื้นโลกด้วยความเร็วสูงขึ้นๆ ขณะที่ตกผ่านมาในบรรยากาศนั้น จะเสียดสีกับอากาศจนร้อนจัดส่องแสงให้เราเห็น นักวิทยาศาสตร์ได้คำนวณว่าเรามองเห็นผีพุ่งไต้ส่วนมากได้ชัดเจนเมื่ออยู่สูงประมาณ 100 ไมล์ และจะให้หมดไปก่อนตกถึงดิน 60—80 ไมล์ แต่ผีพุ่งไต้ บางดวงอาจเริ่มส่องแสงออกมาเมื่ออยู่สูงถึง 200 ไมล์ ทั้งนี้ย่อมแสดงว่า ณ ระดับสูง 200 ไมล์ มีอากาศ และในระดับต่ำกว่า 80 ไมล์อากาศเริ่มหนาแน่นมาก

(2) แสงเหนือและแสงใต้ (Auroras) เมื่อปรากฏจุดดับ (Sunspot) ขึ้นบนดวงอาทิตย์ (ดูในหน่วยที่ 9 ว่าด้วยดาราศาสตร์) เหนือขั้วโลกก็จะเกิด “ม่าน” แสงสีเหลือง ชมพูและเขียว สว่างไสวลอยอยู่ในอากาศ แสงที่ปรากฏขึ้นนี้เรียกว่าแสงเหนือ ถ้าเกิดขึ้นทางขั้วโลกเหนือ และเรียกว่าแสงใต้ ถ้าเกิดขึ้นทางขั้วโลกใต้ แสงเหนือและแสงใต้เกิดขึ้นโดยอำนาจไฟฟ้า ซึ่งทำให้ก๊าซบางชนิดในบรรยากาศชั้นสูงส่องแสงเรืองออกมา คล้ายกับแสงไฟนีออน ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านก๊าซนีออนซึ่งมีความกดดันน้อยมากและบรรจุอยู่ในหลอดเรืองแสง (Fluorescent lamp) นักวิทยาศาสตร์คำนวณว่า แสงเหนือและแสงใต้ปรากฏอยู่สูงจากพื้นดินประมาณ 60 ไมล์ขึ้นไปถึง 600 ไมล์ นี้ย่อมแสดงว่าในระดับสูง 600 ไมล์ยังมีอากาศอยู่บ้างเล็กน้อย และอากาศที่อยู่สูงระหว่าง 60 และ 600 ไมล์นี้แผ่วางและมีความกดดันต่ำมาก

๔. ชั้นของบรรยากาศ

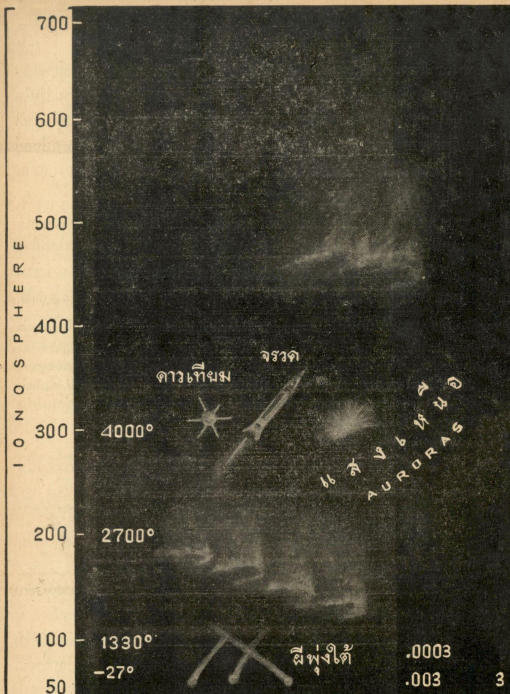
ชาวกรีกโบราณแบ่งบรรยากาศออกเป็น 3 ชั้น และกล่าวว่าชั้นล่างนั้นอยู่หนึ่ง ส่วนชั้นบนนั้นมีอาณาเขตแผ่ขึ้นไปจดฟ้า

ในสมัยปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ก็แบ่งบรรยากาศออกเป็น 3 ชั้นคือ

(1) โทรโปสเฟียร์ (Troposphere) เป็นบรรยากาศชั้นล่างติดกับส่วนที่เป็นของแข็งและของเหลวของโลก หนาประมาณ 4—14 ไมล์

(2) สตราโตสเฟียร์ (Stratosphere) เป็นบรรยากาศชั้นกลางหุ้มชั้นล่างอยู่ หนาประมาณ 40—50 ไมล์

(3) อีออนอสเฟียร์ (Ionosphere) เป็นบรรยากาศชั้นนอกหุ้มชั้นกลางและเป็นเปลือกนอกของบรรยากาศของโลก บรรยากาศชั้นนอกหรือชั้นบนนี้เริ่มต้นจากระดับสูงประมาณ 40—50 ไมล์ขึ้นไปจนสุดเขตของบรรยากาศ



ความสูง
จากพื้นดิน-ไมล์

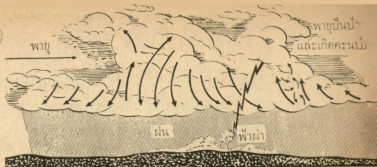
องศา
องศา

ความกดดัน
-นิว

500
24562

๕. ไตรโปสเฟียร์

ไตรโปสเฟียร์
หนาเฉลี่ย ประ-
มาณ 7 ไมล์ หนา
ประมาณ 10 - 14
ไมล์ เนื้อเส้น-

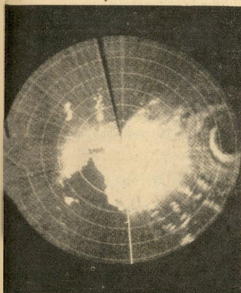


พายุบนพื้นและฟ้าคะนองฟ้าแลบ

ศูนย์สูตร และประมาณ 4-5 ไมล์เหนือขั้วโลก ที่บรรยากาศชั้นนี้แถบ
เส้นศูนย์สูตรหนากว่าแถบขั้วโลก ก็เนื่องจากการหมุนของโลกทำให้อากาศถูก
เหวี่ยงโป่งออก และเนื่องจากโลกแถบนี้ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์มาก
กว่าตัวอื่น จึงทำให้อากาศแถบนี้ลอยสูงขึ้นไป

ถูก

ไตรโปสเฟียร์มาจากคำกรีก แปลว่า "หมุนหรือเลี้ยว" ทำให้ชื่อเช่นนี้ก็เพราะว่า อากาศ
ในบรรยากาศชั้นนี้เคลื่อนที่ปั่นป่วน หมุน ลอยขึ้นหรือจมลง ทำให้เกิดกระแสอากาศซึ่งเราเรียกว่า
ลม หรือ พายุ อนึ่ง* เมฆ หมอก ฝน ลูกเห็บ และหิมะ ตลอดจนการผ่นแปรส่วนมากของ
อากาศก็เกิดขึ้นในไตรโปสเฟียร์ทั้งสิ้น



ภาพพายุเฮอริเคนถ่ายโดยเรดาร์สเตป

อุณหภูมิของอากาศในระดับต่าง ๆ
ของไตรโปสเฟียร์ ไม่เท่ากันทุกแห่ง
กล่าวคือลดลงประมาณ 3° ฟ. ทุก ๆ
1000 ฟุตที่เราขึ้นสูงขึ้นไป แต่ก่อนจะ
ขึ้นไปถึงผิวบนของไตรโปสเฟียร์ อุณหภูมิจะ
เริ่มคงตัวอยู่ราว ๆ -67° ฟ. สิ่งที่น่าสนใจ
อีกอย่างหนึ่งก็คือ อุณหภูมิของ
ไตรโปสเฟียร์ต่ำที่สุด ที่ระดับเหนือเส้น
ศูนย์สูตรประมาณ 11 ไมล์ ทั้งนี้เพราะ
อากาศที่ลอยขึ้นไปนั้นพองตัวอย่างรวดเร็ว

ความกดดันของอากาศที่ระดับผิว
น้ำทะเล มีค่าประมาณ 14.7 ปอนด์ต่อ

* ดูหัวข้อ ๔ วัฏจักรของน้ำ บทที่ ๖

ตารางนิ้ว ความกดคั่นนั้นเกิดจากน้ำหนักของอากาศที่ซ้อนทับถมผิวโลก ถ้าอากาศในบรรยากาศหนาแน่นสม่ำเสมอและเท่ากันที่ผิวน้ำทะเล อากาศก็ควรจะมีน้ำหนักเพียงประมาณ 5 ไมล์ แต่เนื่องจากอากาศค่อยจางลงเมื่อขึ้นสูงขึ้นไป บรรยากาศจึงหนาหลายร้อยไมล์ และครึ่งหนึ่งของอากาศในบรรยากาศทั้งหมดจะอยู่ส่วนล่างของโทรโปสเฟียร์หนาประมาณ 3 ไมล์ครึ่งจากผิวโลก

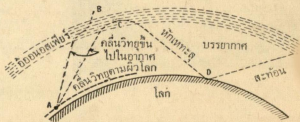
๖. สตราโตสเฟียร์

เหนือโทรโปสเฟียร์ขึ้นไปคือบรรยากาศชั้นกลาง เรียกว่า สตราโตสเฟียร์ หนาประมาณ 40—50 ไมล์ ส่วนล่างมีอุณหภูมิเท่ากับส่วนบนของโทรโปสเฟียร์คือ -67° ฟ. ครั้นแล้ว อุณหภูมิก็ค่อยกลับสูงขึ้นจนร้อนจัด คือประมาณ 150° ฟ. ที่ส่วนกลาง แต่เมื่อขึ้นสูงต่อไปอุณหภูมิก็กลับลดลงอีกและลดลงเหลือ -27° ฟ. ที่ผิวบน ในบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์นี้มีกระแสลมเหมือนกัน แต่ไม่ปั่นป่วนอย่างในโทรโปสเฟียร์ ลมจะพัดในแนวอนัน บางทีก็มีความเร็วสูงมาก และช่วยพัดพาเครื่องบินที่ขึ้นไปถึงให้บินได้เร็วขึ้น ส่วนล่างของสตราโตสเฟียร์มีไอน้ำอยู่บ้างเล็กน้อย และไอน้ำนี้จะกลายเป็นน้ำแข็งลอยเป็นเมฆปรากฏให้เห็นคล้ายควันในวันอากาศโปร่ง แต่อยู่ในระดับสูงมาก

มนุษย์เราได้ขึ้นไปสำรวจสตราโตสเฟียร์ในลูกบอลลูน จรวดและเครื่องบินแล้ว ในการบินนี้จำเป็นต้องนำเอาออกซิเจนสำหรับหายใจไปด้วย ต้องอยู่ในห้องที่ปิดมิดชิดและแข็งแรง และสวมเครื่องแต่งตัวพิเศษที่แข็งแรงทนทานและอบอุ่น เพราะอากาศมีความกดคั่นน้อยมากและเย็นจัด

๗. อีออนอสเฟียร์

นี่คือชั้นบนหรือชั้นนอกของบรรยากาศซึ่งหุ้มห่อโลก อีออนอสเฟียร์หนาประมาณ 600 ไมล์ โมเลกุลของอากาศอยู่แผ่วจางมาก และอาจอยู่ห่างกันถึงหลายร้อยฟุต อากาศแทบไม่มีความกดคั่นเลย ต่ำกว่าที่ผิวโลกหลายหมื่นเท่า อุณหภูมิส่วนล่างประมาณ -27° ฟ. แต่แล้วก็กลับเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และ



บรรยากาศชั้นอีออนอสเฟียร์สะท้อนคลื่นวิทยุกลับมายังโลก

ร้อน 2700° ฟ. ณ ระดับสูงประมาณ 200 ไมล์ และเพิ่มขึ้นต่อไปอีกจนถึง ไม่น้อยกว่า 4000° ฟ. ในระดับสูงตั้งแต่ 300 ไมล์ขึ้นไป

ที่เรียกบรรยากาศชั้นนอกว่า อีออนอสเฟียร์ก็เพราะว่า โมเลกุลอากาศในบรรยากาศชั้นนี้เป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า ซึ่งนักวิทยาศาสตร์เรียกว่า อีออน (Ion) ซึ่งเกิดขึ้นเพราะอำนาจของรังสีอุลตราไวโอเลต (รังสีเหนือม่วง) จากดวงอาทิตย์ อีออนอสเฟียร์มีประโยชน์ในการสื่อสาร กล่าวคือ ช่วยสะท้อนคลื่นวิทยุกลับลงมาสู่พื้นโลก เราจึงสามารถส่งวิทยุไปได้ไกลๆ ยิ่งกว่านั้นยังช่วยดูดรังสีอุลตราไวโอเลตไม่ให้ผ่านลงมาถึงผิวโลกมากเกินไป จนเป็นอันตรายต่อคนเราและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เพราะถ้าผิวหนังถูกรังสีนี้มากเกินไป ก็จะไหม้เกรียมจนเป็นอันตรายได้

แบบฝึกหัดบทที่ 9

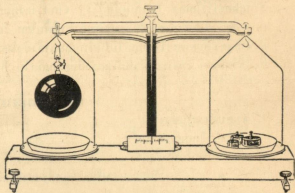
1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

- ก. โลกประกอบด้วย.....ส่วน ส่วนที่เป็นของแข็งเรียกว่า.....ส่วนที่เป็นน้ำเรียกว่า.....และส่วนที่เป็นก๊าซเรียกว่าบรรยากาศ
 - ข.หรือแรงดึงดูดของโลกต่อโมเลกุลของอากาศป้องกันไม่ให้บรรยากาศหลุดไปจากโลก
 - ค. ในอากาศมีออกซิเจนประมาณ.....% ไนโตรเจนประมาณ.....% และก๊าซอื่นๆ ประมาณ.....%
 - ง. บรรยากาศหนา.....ไมล์ แบ่งออกเป็น 3 ชั้น เรียกว่า.....และ.....ชั้นล่างหนา.....ไมล์ ชั้นกลางหนา.....ไมล์ และชั้นบนหนา.....ไมล์
 - จ. เครื่องหนึ่งของอากาศทั้งหมดในบรรยากาศหุ้มโลกอยู่หนา.....ไมล์
 - ฉ. ถ้าบรรยากาศมีอากาศอยู่หนาแน่นสม่ำเสมอเท่ากันทุกแห่งทุกระดับ บรรยากาศก็จะหนาเพียงประมาณ.....ไมล์
 - ช. ความผันแปรบนพื้นของบรรยากาศส่วนมาก เช่น พายุ ฝน เมฆ และหิมะนั้นเกิดขึ้นในบรรยากาศชั้น.....แต่ในอากาศชั้น.....มีพายุเหมือนกันแต่ก็พัดไปทางเดียว
2. บรรยากาศมีประโยชน์อย่างไรบ้าง จงจัดตัวอย่างมา 3 อย่าง และให้เหตุผลประกอบ
 3. จงเขียนความเรียงสั้นๆ ว่า “ทำไมเราจึงประมาณความหนาของบรรยากาศได้”
 4. เมื่อเมฆลอยพื้นบรรยากาศชั้นล่างขึ้นไปอยู่ในบรรยากาศชั้นกลาง จะเป็นอย่างไร
 5. บรรยากาศชั้นใดสะท้อนคลื่นวิทยุได้ จงเขียนความเรียงสั้นๆ เกี่ยวกับบรรยากาศชั้นนี้

ความกดดันของบรรยากาศ

๑. อากาศมีน้ำหนัก

อากาศเป็นสสารและมีน้ำหนัก แม้ว่าอากาศจะเบามากเราก็อาจทำการทดลองหาน้ำหนักของอากาศได้ โดยใช้ภาชนะแก้วกลมมีที่สำหรับปิดเปิดและสูบลูกโป่งอากาศออกได้ ซึ่งภาชนะนี้ก่อน และหลังสูบลูกโป่งอากาศออก น้ำหนักที่ชั่งได้สองครั้งต่างกันเท่าใด คือน้ำหนักของอากาศในแก้วกลม หรือโดยใช้คนโทแก้วบรรจุน้ำเล็กน้อย ที่ปากคนโทมีลูกปัดผูกและหลอดอย่างสั้นๆ ต่อเอาไว้ เอาคนโทตั้งไฟให้น้ำเดือด โทแทนอากาศ ยกคนโทลงเอาคลิปกั้นปิดหลอดอย่าง นำคนโทไปชั่งหาน้ำหนักแล้วเปิดคลิปลงให้อากาศเข้าเติมคนโท ชั่งหาน้ำหนักอีกครั้ง น้ำหนักที่ชั่งได้ครั้งหลังจะมากกว่าครั้งแรก น้ำหนักที่เพิ่มคือน้ำหนักของอากาศในคนโท

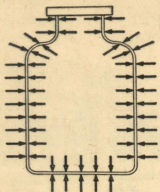


เมื่อสูบลูกโป่งอากาศออกจากลูกกลมโลหะแล้วน้ำหนักจะลดลง โอน้ำจะใส่อากาศออกและจะเข้าอยู่เต็มคน

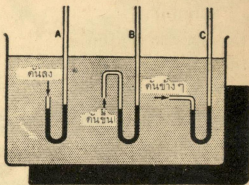
ถ้าเราใช้เครื่องชั่งดีๆ ชั่งหาน้ำหนักของอากาศตามวิธีดังกล่าวแล้ว จะปรากฏว่า อากาศ 1 ลบ. ฟุตหนัก $1 \frac{1}{4}$ ออนซ์ หรือ 1 ลบ. เมตร แทก 1.29 กิโลกรัม แม้ว่าอากาศจะเบากว่าน้ำถึง 773 เท่า ในห้องเรียนขนาดกว้าง 8 เมตร ยาว 10 เมตรและสูง 3 เมตร ก็มีอากาศบรรจุอยู่ถึง 250 กิโลกรัม หรือ $1 \frac{1}{4}$ ตัน และบรรยากาศซึ่งห่อโลกหนาถึงประมาณ 600 ไมล์ มีน้ำหนักถึง 5,000,000,000,000 ตัน น้ำหนักของอากาศกดลงบนพื้นโลก 1 ตารางนิ้วได้ประมาณ 14.7 ปอนด์

๒. อากาศมีความกดดัน

เมื่อเราวางหนังสือลงบนโต๊ะ น้ำหนักของหนังสือจะกดลงบนโต๊ะ น้ำหนักทำให้เกิดการกดกันหรือตึงได้ เช่นเดียวกับแรงชนิดอื่นๆ เช่น แรงกล้ำมเนื้อ เขวักแรงเป็นกิโลกรัมหรือปอนด์น้ำหนัก อากาศซึ่งทับถมอยู่บนพื้นโลก มีน้ำหนักจึงกดกันลงบนพื้นโลกได้เช่นเดียวกับหนังสือซึ่งวางอยู่บนพื้นโต๊ะ และ



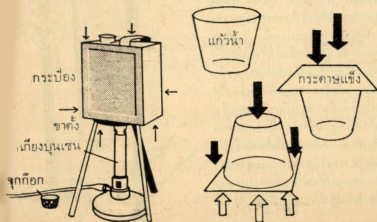
อากาศดันเข้าทุกด้านทั้งภายในและภายนอก
ขวดจึงไม่แตก



อากาศดันไปทุกทิศทุกทาง

เราวัดความกดดันเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เราทราบมาแล้วว่า น้ำหนักของอากาศที่กดลงบนผิวโลก 1 ตารางนิ้วเท่ากับ 14.7 ปอนด์ จึงกล่าวสรุปได้ว่า ความกดดันของอากาศบนพื้นโลกล้วนนี้ เนื่องมาจากน้ำหนักของอากาศและมีค่าเท่ากับ 14.7 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

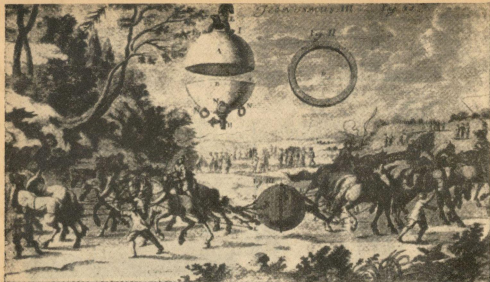
ความกดดันของอากาศนี้ไม่เฉพาะแต่ดันลง อย่างหนังสือกดลงบนพื้นโต๊ะเท่านั้น แต่ กดดัน บีบอัดเข้าและออกไปโดยรอบทุกทิศทุกทาง เช่นเดียวกับความดันของน้ำ ซึ่งบีบอัดวัตถุซึ่งจมอยู่ในน้ำ เราอาจทำการทดลองได้ง่ายๆ โดยใช้กระป๋องน้ำมันเครื่องรถยนต์ซึ่งหนาและแข็งแรง ถ้าใส่ น้ำเข้าไปในกระป๋องนี้ต้มให้เดือดเพื่อให้ไอน้ำไล่อากาศออกจนหมด นำลงจากเตาและใช้จุกก็อกอุด ให้แน่นแล้วเทน้ำเย็นราดกระป๋อง ไอน้ำจะกลั่นตัวเป็นน้ำ และเมื่อไม่มีไอน้ำหรืออากาศข้างในกระ-



เครื่องมืออย่างๆ สำหรับทดลองแสดงความกดดันของอากาศ

ป๋องดันออก มารับ ความกดดัน อันมหาศาลของอากาศภายนอก กระป๋องก็จะยุบ บุบบับเข้าทุก- ทิศทุกทาง นี่ย่อมแสดงว่า อากาศออกแรงกดดัน บนกระ- ป๋องจากทุกทิศทางโดยรอบ

มนุษย์และสรรพสัตว์ ทั่วหลายบนพื้นโลก ก็อยู่ภาย- ใต้ความกดดันอัน มหาศาลของ อากาศนี้ทั้งสิ้น แต่ไม่ถูกอัด- จมบี้แบนหรือบุบบับ ก็เพราะ



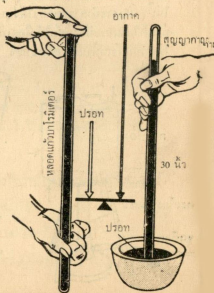
เหตุผลเดียวกับที่กระป๋องก่อนเปิดจุกและเทน้ำเย็นราด กล้าว่าคือ ภายในตัวของเราก็คืออากาศซึ่งออกแรงดันออกมาต่อต้านเท่ากับความดันของอากาศภายนอก

นักวิทยาศาสตร์ที่เริ่มทำการทดลองและวัดความกดดันของอากาศบนพื้นดิน มีสองท่านคือ **ตอริเชลลี** และ **ฟอน เกรวิก**

ออตโต ฟอน เกรวิก (Otto Von Guericke ค.ศ. 1602–1686) เป็นนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ได้แสดงความกดดันของอากาศ โดยใช้ลูกกลมเหล็กผ่าออกเป็นกึ่งทรงกลมสองซีก ประกบกันได้สนิทและติดต่อสำหรับสูบลอากาศออก ก่อนสูบลอากาศออก กึ่งทรงกลมแยกหลุดออกจากกันได้ง่าย แต่เมื่อสูบลอากาศออกแล้วแม้ใช้มีดหลาย ๆ ตัวฉุด ก็ไม่แยกจากกัน ทั้งนี้ก็เพราะความกดดันของอากาศดันให้กึ่งทรงกลมติดกันแน่น

๓. การวัดความกดดันของอากาศและสุญญากาศ

นักวิทยาศาสตร์ชาวอิตาลีชื่อ **ตอริเชลลี** (Torricelli ค.ศ. 1608–1647) เป็นคนแรกซึ่งได้ทำการทดลองวัดความกดดันของอากาศ ประวัติว่ามี เจ้าผู้ครองนครแห่งหนึ่ง ในประเทศอิตาลีให้คนขุดบ่อน้ำ ต้องขุดลึกลง 40 ฟุตจึงถึงน้ำ แต่เมื่อพยายามสูบน้ำขึ้นมา สูบเท่าไร ๆ น้ำก็ไม่ขึ้นมาถึงปากบ่อ คงขึ้นมาสูงเพียงประมาณ 34 ฟุตเท่านั้น เจ้าผู้ครองนครจึงนำเรื่องไปหารือกับตอริเชลลี ตอริเชลลีคิดว่าที่น้ำขึ้นได้สูงเพียง 34 ฟุตเท่านั้น คงเป็นเพราะน้ำหนักของอากาศที่อยู่บนพื้นโลกนี้ออกแรงกดดัน ลงบนผิวน้ำ ในบ่อ ได้เท่ากับ ความ กดดันของน้ำในท่อซึ่งสูง 34 ฟุต เพื่อพิสูจน์ทดลองให้เห็นจริง เขาได้คำนวณและทราบว่ถ้าบรรจุน้ำ และปรอทในกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากัน น้ำสูง 34 ฟุตนี้ มีน้ำหนักเท่ากับปรอทสูงเพียงประมาณ 30 นิ้ว



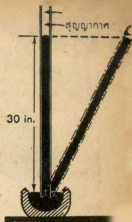
เพราะความหนาแน่นของปรอทเท่ากับ 13.6 เท่าของน้ำ ตอริเชลลีและศิษย์ชื่อ วิเวียนนี (Viviani) จึงหาหลอดแก้วยาว 36 นิ้ว มาบรรจุปรอทให้เต็มแล้วคว่ำลงในอ่างปรอท ก็ปรากฏผลดังคาด กล่าวคือ ระดับของปรอทในหลอดแก้วจะสูงกว่าระดับปรอทในอ่างไม่เกิน 30 นิ้ว ไม่ว่าจะตั้งหลอดแก้วตรงหรือเอียง อย่างไรก็ตามเมื่อค่อยๆ เอียงหลอดแก้วลงนั้น แม้ระดับปรอทในหลอดแก้วจะยังสูงเท่าเดิมอยู่ แต่ส่วนที่ว่าง (space) เหนือปรอทในหลอดแก้วจะมีปริมาตรลดลงๆ จนหมดไป แสดงว่าเหนือผิวของปรอทในหลอดแก้วนั้น ไม่มีอากาศสออยู่เลย และเป็นที่ว่างเปล่าเขาเรียก ที่ว่างเปล่าปราศจากอากาศนี้ว่า สูญญากาศของตอริเชลลี ในสมัยปัจจุบันนี้ เรามีเครื่องสูบลำอากาศชนิดต่างๆ สำหรับสูบลำอากาศออกจากภาชนะเพื่อให้ได้สูญญากาศ อากาศที่อยู่ห่างไกลออกไปประมาณ 600 ไมล์ เป็นสูญญากาศธรรมชาติ เพราะปราศจากโมเลกุลของอากาศดังกล่าวแล้วในบทก่อน

ต่อมาใน ค.ศ. 1656 ออตโต ฟอน เกริกเก ได้ทดลองโดยใช้น้ำแทนปรอท เขาต้องใช้ท่อยาวมากและปรากฏว่าน้ำจะขึ้นไปในท่อได้สูง 34 ฟุต

ความกกดันของอากาศนี้ไม่เท่ากันทุกแห่ง และ ณ แห่งหนึ่งๆ ก็เปลี่ยนแปลงอยู่ทุกวัน เมื่อขึ้นไปที่สูง เช่นยอดเขา ความดันจะลดลงต่ำกว่าเมื่ออยู่กันเหว เพราะสูงๆ ขึ้นไปมีอากาศทับถมอยู่น้อยกว่าในที่ต่ำ อนึ่ง ณ ที่แห่งเดียวกัน ความหนาแน่นของอากาศก็เปลี่ยนแปลงอยู่ทุกวันอีกด้วย ทั้งนี้แล้วแต่สภาพของอากาศ เช่นก่อนฝนตกความกกดันจะต่ำกว่าเวลาอากาศแจ่มใสด้วยเหตุนี้นักวิทยาศาสตร์จึงสร้างเครื่องวัดความกกดันของอากาศขึ้น เรียกว่า บาโรมิเตอร์ และเพื่อให้มีมาตรฐานสำหรับวัดและเปรียบเทียบความกกดันจึงถือหลักว่า “ความกกดันของอากาศ หรือบรรยากาศในภาวะปกติ ณ ระดับน้ำทะเลเท่ากับปรอทสูง 76 ซม. หรือ 30 นิ้ว”

๔. บาโรมิเตอร์

บาโรมิเตอร์คือเครื่องสำหรับวัดความกกดันของอากาศ ที่ใช้กันในห้องทดลองวิทยาศาสตร์ทั่วไปนั้นเป็น บาโรมิเตอร์ปรอท แม้ว่าบาโรมิเตอร์แบบนี้จะใช้วัดได้ถูกต้องแม่นยำมาก แต่ก็ไม่สะดวกด้วยประการต่างๆ โดยเฉพาะเมื่อต้องการเคลื่อนย้ายไปวัดในที่ต่างๆ เพราะปรอทจะหกและหลอดแก้วแตกได้ง่าย นักวิทยาศาสตร์จึงประดิษฐ์บาโรมิเตอร์ชนิดใหม่ขึ้นเพื่อวัดความกกดันให้ได้ถูกต้องและใช้ได้สะดวกด้วย บาโรมิเตอร์ชนิดนี้ เรียกว่า บาโรมิเตอร์แอนิรอยด์

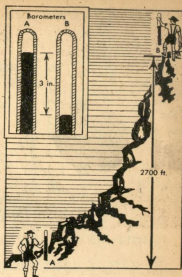


(3) วัดความสูงของระดับ จากระดับน้ำทะเล

(1) การวัดความกดดันของอากาศ นี่คือประโยชน์โดยตรงของบาโรมิเตอร์ เพื่อคำนวณหา น้ำหนักหรือมวลสารหรือความหนาแน่นของก๊าซหรืออากาศ นักวิทยาศาสตร์ต้องทราบความกดดันของอากาศ เพราะเมื่อเพิ่มหรือลดความดัน ก๊าซจะหดตัวหรือพองตัวได้ง่ายมาก เช่นเมื่อเพิ่มความดันขึ้นเป็น 2, 3 หรือ 4 เท่า ปริมาตรก็จะลดลงเหลือ $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ หรือ $\frac{1}{4}$ ของปริมาตรเดิม และเมื่อลดความดันลงเหลือ $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ หรือ $\frac{1}{4}$ ปริมาตรก็จะเพิ่มขึ้นเป็น 2, 3 หรือ 4 เท่าของปริมาตรเดิมเป็นต้น ดังนั้นเราจึงต้องใช้บาโรมิเตอร์ปรอทชนิดต่างๆ สำหรับวัดความกดดันของอากาศให้อุณหภูมิจะต้องละเอียด และแม่นยำจึงจะกำหนดหาปริมาณของก๊าซได้ถูกต้อง

(2) การพยากรณ์อากาศ ความกดดันของอากาศไม่เท่ากันทุกวัน กล่าวคือ ณ ที่แห่งหนึ่งหรือตำบลหนึ่งๆ ความกดดันของอากาศไม่คงที่ตลอดเวลา แต่ผันแปรไปกับสภาพความเป็นไปของบรรยากาศ เช่น เวลาฝนตก ความกดดันเป็นอย่างหนึ่ง เวลามีคลื่นเป็นอย่างหนึ่ง ไปรุ่งเป็นอย่างหนึ่ง แห้งแล้งอย่างหนึ่ง และเวลาเกิดพายุ ความกดดันเป็นอีกอย่างหนึ่งเป็นต้น ทั้งนี้ก็เพราะว่า เมื่อความกดดันของอากาศตามส่วนต่างๆ ของโลกไม่เท่ากันนั้น อากาศก็จะเคลื่อนที่จากที่มีความกดดันสูงไปสู่ที่มีความกดดันต่ำ ทำให้เกิดลมพายุและฝนขึ้น ก่อนจะเกิดพายุหรือเกิดลมฝนหรือการเปลี่ยนแปลงของอากาศ ความกดดันของอากาศมักจะเปลี่ยนแปลงก่อนนานพอสมควรเสมอ

อนึ่ง นักวิทยาศาสตร์ก็ทราบจากบันทึกผลการทดลองสังเกตการณ์แล้วว่า ความกดดันของอากาศเป็นเท่าใด เมื่อเกิด พายุ ลม ฝน หรืออากาศไปรุ่ง เขาจึงเขียนค่าทำนายสภาพของอากาศกำกับขีดบอกความกดดันบนหน้าปัดของบาโรมิเตอร์ได้ เช่น ขณะที่อากาศแจ่มใสอยู่ แต่เข็มบาโรมิเตอร์ชี้ตรงขีด “29 นิ้ว พายุ” ก็แสดงว่าในไม่ช้าก็จะมีพายุพัดมา ด้วยเหตุนี้ บาโรมิเตอร์จึงช่วยทำนายความเป็นไปของอากาศและเตือนให้ชาวเรือและนักบินรู้ล่วงหน้าได้ ยิ่งกว่านั้นจากการวัดความกดดันของอากาศและกระแสลม ณ ตำบลต่างๆ ที่อยู่ห่างไกลออกไปนี้เอง นักวิทยาศาสตร์จึงสามารถพยากรณ์ได้ว่า อากาศในเมืองหรือตำบลที่เราอยู่จะเป็นอย่างไรต่อไป

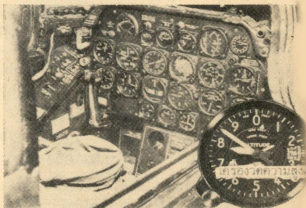


ตารางความกดดันและสภาพของอากาศ

31 นิ้ว	แห้ง	
30 1/2 นิ้ว	ปลอดโปร่ง	อากาศดี
30 1/3 นิ้ว	ปรกติ	
30 นิ้ว	แปรปรวน	แปรปรวน
29 2/3 นิ้ว	พยับฝนและลม	
29 1/3 นิ้ว	ฝน	ฝน
29 นิ้ว	พายุ	

(3) การวัดความสูงต่ำของระดับ — ความกดดันของอากาศไม่เท่ากัน

ทุกแห่ง กล่าวคือ เมื่อขึ้นไป
อยู่ที่สูงๆ เช่นบนยอดเขา
ความกดดันของอากาศลดน้อย
ลง เพราะอากาศที่ถมอยู่ข้าง
บนน้อยลง เมื่อลงไปอยู่ในที่
ลึกๆ เช่น ในเหวหรือบ่อแร่
ความกดดันเพิ่มขึ้น เพราะ
อากาศถมหนามากขึ้น ปรากฏ
ว่าถ้าไม่ขึ้นไปสูงเกินไปนัก
ความกดดันจะลดลงประมาณ



มิเตอร์ต่างๆ ในเครื่องบิน

1 นิ้วทุกๆ 1000 ฟุต ที่เราขึ้นไป แต่ถ้าขึ้นไปสูงมากๆ ความกดดันจะลดลง
อย่างรวดเร็ว บนยอดเคอเวอเรสต์ของภูเขาหิมาลัยซึ่งสูง 29,000 ฟุต (ประมาณ 5
ไมล์ครึ่ง) เหนือระดับน้ำทะเล ความกดดันจะลดลงเหลือเพียงประมาณ 10 นิ้ว
คือเพียง 1 ใน 3 ของความกดดันที่ระดับผิวน้ำทะเล และที่สูง 10 ไมล์ ความ
กดดันจะลดลงเหลือประมาณ 3 นิ้ว คือ 1 ใน 10 ของความกดดันที่ระดับผิวน้ำ
ทะเล

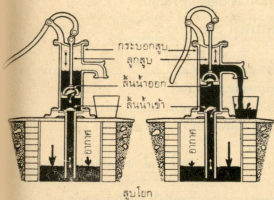
ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ เราจึงใช้บาโรมิเตอร์สำหรับวัดความสูงจากระดับน้ำทะเลได้
และเรียกบาโรมิเตอร์ชนิดนี้ว่า เครื่องวัดความสูง (Altimeter) เครื่องวัดความสูงเป็นบาโรมิเตอร์
แบบแอนโรยด์ เพราะถอดิตตัวหรือติดเครื่องบิน บัดลูนและจรวดขึ้นไปได้สะดวกไม่กะกะและไม่
ต้องห่วงว่าปรอทจะหกหรือแก้วจะแตก



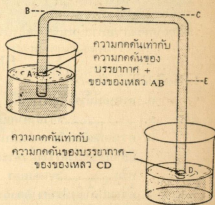
ประโยชน์ของความกดดันของบรรยากาศ

๖. ประโยชน์ของความกดดันอากาศ

เราได้ประโยชน์จากความกดดันของอากาศ ทั้งทางตรงและทางอ้อมอยู่เสมอทุกวัน ในชีวิตประจำวันบางคนก็อาจใช้ความกดดันของอากาศอยู่โดยตรงเสมอ เช่น



สูบน้ำ



กาลักน้ำ

(1) การสูบน้ำจากฝั่เย็นและน้ำหวานน้ำมะพร้าวด้วย หลอดกระดากหุบไขเทียน เมื่อจุ่มหลอดลงในน้ำ เราดูดเอาอากาศออกทำให้ความกดดันของอากาศในหลอดลดต่ำลง ความกดดันของอากาศภายนอกจะดันลงบนผิวของของเหลว และดันให้ของเหลวไหลขึ้นไปในหลอดและเข้าปากเรา สูบน้ำ ก็อาศัยหลักเดียวกันนี้ กล่าวคือ เมื่อเราไขก้นสูบ อากาศภายในท่อจะขยายตัวและมีความกดดันต่ำลง และอากาศภายนอกจะดันน้ำให้ไหลขึ้นไปในท่อ

(2) หลอดหยอดยาตาและหลอดดูดน้ำกรวดสำหรับตรวจเบตเตอรีรถยนต์ นั้น เป็นหลอดแก้วปลายแหลมเล็กและปลายบนมีถุงยางครอบอยู่ เมื่อจุ่มปลายเปิดของหลอดแก้วลงในของเหลวและบีบถุงยางให้อากาศออกแล้วปล่อย ความกดดันของอากาศในหลอดจะน้อยกว่าภายนอก ความกดดันภายนอกก็จะดันของเหลวขึ้นไปอยู่ในหลอดแก้วและแม้แต่น้ำในถุงยาง เมื่อไขก้นของเหลวก็จะไม่ไหลออก เพราะความกดดันของอากาศดันเอาไว้ และถ้าเราต้องการให้ของเหลวออกมาเมื่อใด เรา



ก็บีบลงเช่นนั้น ปากกาหมึกซึมดูดหมึกได้ ก็เพราะเหตุผลเดียวกันนี้ เขาใช้วิธีนี้ในการถ่ายของเหลว ด้วยหลอดแก้วจากภาชนะหนึ่ง ไปสู่อีกภาชนะหนึ่ง และในการ ดูของเหลว ด้วยบีบเปิด

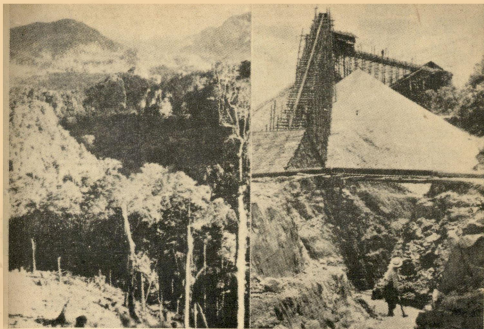
(3) ประโยชน์อื่นๆ ของความกดดันของอากาศ ซึ่งมี ภาชนะรีเตอร์ สำหรับจ่ายน้ำมันเบนซิน ก็อาศัยความกดดันของอากาศดันน้ำมันเข้าไปในเสื้อสูบซึ่งมีความกดดันต่ำ เครื่องเล่นเครื่องใช้ต่างๆ ซึ่งบรรจุด้วยอากาศภายใต้ความดันสูง เช่น ลูกฟุตบอล และยางรถยนต์ที่รักรูปทรงสัณฐาน และขนาดอยู่ได้ก็เพราะความกดดันของอากาศภายนอก มีส่วนช่วยกดดันเอาไว้ ถ้าไม่มีอากาศกดดันเอาไว้เลย สิ่งเหล่านี้ก็จะระเบิด การระเหยของน้ำก็ขึ้นอยู่กับความกดดันของอากาศบนผิวน้ำเหมือนกัน ถ้าความกดดันน้อยแม้ไม่ตั้งไฟให้ร้อนน้ำก็จะระเหยและเดือดได้ ในที่สูงๆ ซึ่งมีความกดดันต่ำน้ำจะเดือด ณ อุณหภูมิที่ต่ำกว่าจนหุงต้มอาหารและแม้แต่ต้มไข่ก็ไม่สุก ดังนั้น เราจึงอาจกล่าวได้ว่าความกดดันของอากาศบนพื้นผิวโลก ช่วยให้เราหุงต้มอาหารให้สุกได้ และช่วยป้องกันไม่ให้น้ำระเหยจากทะเล มหาสมุทรและแหล่งน้ำต่างๆ ให้รวดเร็วจนเหือดแห้งไปสิ้น

แบบฝึกหัดบทที่ 10

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

- อากาศมีน้ำหนักเพราะเป็น.....และถูกโลก.....ด้วยแรงความถ่วง
-ของอากาศเป็นเหตุให้อากาศมีความกดดัน
- ความกดดันจะไม่คงที่เท่ากัน แต่จะดันบีบอัดเข้าจากทุก.....เท่ากับแรง.....ปอนด์ต่อหนึ่งตารางนิ้วที่ระดับผิวน้ำทะเลหรือเท่ากับน้ำหนักของปรอทสูงนิ้วหรือ.....เซนติเมตร
- ที่ว่างเปล่าซึ่งปราศจากอากาศเรียกว่า.....ในที่เช่นนี้ ความกดดันของอากาศจะมีค่าเท่ากับ.....
- เมื่อขึ้นไปที่สูง ความกดดันของอากาศจะ.....แต่เมื่อลงไปในเหวหรือเหมืองแร่ ความกดดันจะ.....
- เมื่อมีพายุหรือฝน ความกดดันของอากาศจะ.....กว่าความกดดันเมื่ออากาศโปร่ง

- สุญญากาศของตอร์เรลลีคืออะไร เราจะทำให้เกิดสุญญากาศนั้นได้อย่างไร
- บาโรมิเตอร์คืออะไร มีกี่ชนิด และมีประโยชน์อย่างไรบ้าง
- จงอธิบายหลักเกี่ยวกับการสร้างบาโรมิเตอร์ปรอท และบาโรมิเตอร์แอนโรยด์มาอย่างคร่าว ๆ
- บาโรมิเตอร์แอนโรยด์ดีกว่าบาโรมิเตอร์ปรอทอย่างไร และเขาใช้บาโรมิเตอร์ชนิดใด วัดระดับสูงต่ำจากระดับน้ำทะเล
- นักวิทยาศาสตร์ที่ได้เริ่มทดลองแสดงและวัดความกดดันของอากาศมีใครบ้าง และเขาทำอะไรบ้าง
- ความกดดันของอากาศมีประโยชน์ต่อเราในชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง ชักตัวอย่าง และจงอธิบายมา 3 ตัวอย่าง



รูปซ้ายมือคือ ทิวทัศน์อันเป็นแหล่งแร่ดีบุก ระหว่างปิ่นเขาและฉาบ
จังหวัดยะลา และรูปขวามือคือ เหมืองสุม แสดงห้วงล่างแร่

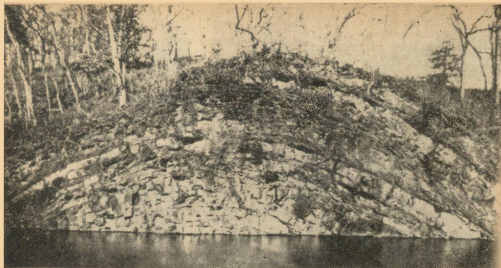
หน่วยที่ 4

แหล่งแร่

เปลือกโลกของเราประกอบด้วยหินและแร่ ประเทศบ้านเมืองที่เจริญมั่งคั่งมักจะเป็นประเทศ
ที่อุดมสมบูรณ์ด้วยหินและแร่ ซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติอันมีคุณค่า สำหรับใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ
เช่น ในด้านการก่อสร้าง การทำเครื่องจักรกล อุปกรณ์เครื่องมือใช้ เครื่องประดับ การพลังงาน และการ
ถลุงเอาโลหะ

ประเทศเรามีแร่ที่สำคัญ ๆ หลายชนิด เช่น แร่ดีบุก แร่พลูมิน แร่ตะกั่ว แร่พลวง แร่
เหล็กและลิกไนต์ และมีอุตสาหกรรมเหมืองแร่ขุดเอาสินแร่ดิบขึ้นมาใช้มาถลุงส่งไปจำหน่ายในต่าง
ประเทศได้เงินเข้าประเทศปีละหลายร้อยล้านบาท ดังนั้น เราจึงควรทราบเรื่องเกี่ยวกับหินและแร่
ไว้บ้าง ในการที่จะศึกษาเรื่องหินและแร่ให้ได้ผลนั้น นักเรียนควรจะต้องสังเกตหินตัวอย่างในห้อง
วิทยาศาสตร์และรวบรวมสะสมหินและแร่จากแหล่งต่าง ๆ มาทบทวนพิจารณาตรวจสอบทิศทางที่ลึก
ง่าย ๆ เช่น สี ความถ่วงจำเพาะ เนื้อ รูปร่างลักษณะของผลึก และความแข็งเป็นต้น

ในหน่วยนี้จะได้ทวนเรื่องหิน แร่และดิน ที่ได้เรียนมาแล้วจาก ม.ศ. 1 และจะได้กล่าวถึงเรื่อง
แหล่งแร่ในประเทศของเรา



ชั้นหินโค้งมนขึ้นโดยอำนาจจากภายในโลก

บทที่ 11

เปลือกโลกและหิน

๑. เปลือกโลก

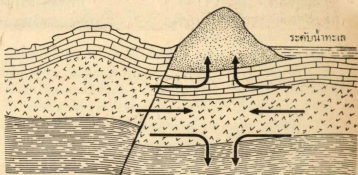
นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า เมื่อเกิดขึ้นใหม่ๆ นั้น โลกเป็นกลุ่มก๊าซที่ร้อนจัดเท่าๆ ดวงอาทิตย์ แล้วก็ค่อยๆ เย็นลงๆ สิ้นเวลานับหลายพันล้านปีกว่าบางส่วนจะเริ่มกลั่นตัวเป็นของเหลวมีลักษณะเป็น “ก้อน” หินเหลวหุ้มห่ออยู่หนาแน่นด้วยไอน้ำและก๊าซร้อน โลกเริ่มเย็นจากภายนอกเข้าไปสู่ภายใน ผิวของหินเหลวเริ่มกลายเป็นเปลือกแข็งก่อน และไอน้ำก็เริ่มกลั่นตัวเป็นน้ำฝน น้ำฝนที่ตกลงถึงพื้นโลก เมื่อกระทบหินร้อนก็จะระเหิดกลายเป็นไอพาเอาความร้อนออกไปด้วย ช่วยทำให้โลกเย็นลงเร็วขึ้น ในขณะที่เดียวกันเปลือกโลกก็หดตัวขยับเขยื้อน แยกแยกเป็นริ้วเป็นรอยสูงๆ ต่ำๆ ที่ไต่สูงขึ้นก็กลายเป็นภูเขาที่ไต่เป็นร่องลึกก็เป็นเหวและหุบเขา และที่ไต่เป็นแอ่งลึกกว้างใหญ่ก็ขังน้ำฝนกลายเป็นทะเลมหาสมุทร โลกเย็นลงต่อมาอีกนับเป็นเวลาหลายล้านปีกว่าจะเริ่มมีชีวิตเกิดขึ้นในน้ำเป็นครั้งแรก ในระยะดังกล่าวนี้เปลือกโลกก็ยังเป็นหินแข็งอยู่ทั่วไป แต่ต่อมาเนื่องจากอำนาจของน้ำ อากาศ แสงแดดและแรง



ภูเขาที่เกิดจากการโค้งงอของชั้นหิน

ธรรมชาติต่าง ๆ หินก็แตกผุพัง กลายเป็นกรวด หิน และ หิน ชั้นเล็ก ๆ ซึ่งผสม กับอินทรีย์สารกลายเป็นดิน ดินที่ทับถมกันหนา ๆ มีน้ำหนักรวมมาก บางทีก็อัดทำให้หินชั้นล่างกลับเป็นหินซ้อนกันเป็นชั้น ๆ หิน

ชั้นเหล่านี้บางทีก็ถูกแรงจากภายในโลกดันให้หักงอโค้งขึ้น และแรงความถ่วงของโลกกดดึงให้หักแอ่นลงกลายเป็นภูเขา ที่ราบสูง ทางน้ำและทะเล



น้ำหนักรวมของโคลนเลนที่กดตะกอนทำให้หินดินได้ทะลุลง และในที่สุดดันให้ดินตะกอนสูงเป็นเนิน

โลกเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ เรื่อยตลอดมา ในปัจจุบัน ผิวโลกส่วนที่เป็นแผ่นดิน

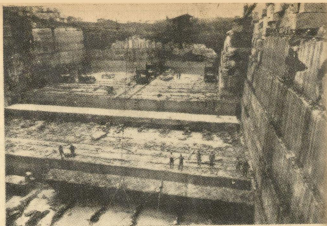
ปกคลุมไปด้วยดินแทบทั้งสิ้น คงมียอดเขาและบางแห่งที่ดินถูกแรงธรรมชาติต่าง ๆ พัดพาไปเท่านั้น ซึ่งมีหินโผล่ขึ้นมาให้เห็น อย่างไรก็ตามผิวและเปลือกโลกก็ยังเปลี่ยนแปลงอยู่ แต่ช้ามาก เราจึงไม่รู้สึกรู้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น นอกจากบางครั้งบางคราวที่เกิดภูเขาไฟระเบิดและแผ่นดินไหว จึงจะเห็นการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างกะทันหัน

๒. คุณค่าของหิน แร่และดิน

นักวิทยาศาสตร์แบ่งสรรพวัตถุทั้งหลายออกเป็นพวกใหญ่ ๆ 3 อาณาจักร (Kingdoms) คือ อาณาจักรพืช อาณาจักรสัตว์ และ อาณาจักรแร่ (Minerals) หิน แร่และดินจัดอยู่ในอาณาจักรแร่ เปลือกโลกประกอบด้วยหินและแร่

มนุษย์เราใช้หินและแร่เป็นประโยชน์ในด้านต่าง ๆ กล่าวคือ (1) ในการก่อสร้าง อาคาร โรงงานและถนน ปูนซีเมนต์และปูนขาวก็ทำมาจากหิน (2) ในการทำเครื่องใช้ เครื่องประดับ เช่น ทำกรก หินลับมีด กระดานชนวน ซอเล็ก แก้ว ถ้วยชาม และทำตุ๊กตา เพชรพลอยก็เป็นหิน

พวกหนึ่งเหมือนกัน (3) ในการให้พลังงาน อ่อนหินและลึกในดึกก็ เป็นหินจำพวกหนึ่ง เราใช้สำหรับให้ความร้อนแก่เครื่องกลจักรตามโรงงานอุตสาหกรรม โรงงานไฟฟ้าและรถไฟ เรือกลไฟ และใช้สำหรับถลุงแร่โลหะ น้ำมันเชื้อเพลิงต่างๆ ก็กลั่นจากน้ำมันแร่ในหิน หรือแยกสกัดมาจากหินบางชนิดและถ่านหิน และ (4) ในการแยกสกัดถลุงเอาโลหะต่าง ๆ เช่น เหล็ก ทองแดง ทังสแตต ตะกั่ว พลวง เงิน และดีบุก ซึ่งให้ประโยชน์แก่เราอย่างกว้างขวาง เช่น ใช้ทำภาชนะด้วยขามและเครื่องใช้ต่าง ๆ ใช้ในการก่อสร้าง ทำเครื่องยนต์กลไก ทำลวดไฟฟ้า ตลอดจนสร้างยานพาหนะ คีอรถยนต์ รถไฟ เรือ และเครื่องบิน ดังนั้นหินและแร่จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจควรแก่การศึกษาหาความรู้ การศึกษาเกี่ยวกับเรื่องหินยังจะช่วยให้เราเข้าใจเรื่องราวเกี่ยวกับโลก ดิน แร่ สินแร่และแหล่งแร่อีกด้วย หินและแร่มีคุณค่าและประโยชน์ต่อชีวิตมนุษย์มาก ยิ่งไปกว่านั้นดินซึ่งเราอาศัยสร้างบ้านเรือนอยู่ และเพาะปลูกพืชเป็นอาหาร ตลอดจนอิฐและทรายที่ใช้ในการสร้างอาคาร ก็เกิดมาจากหินและแร่เหมือนกัน



การขุดหินแกรนิตขึ้นมาเข้าโรงงาน เพื่อเลือกออกเป็นแผ่น สำหรับใช้ในการก่อสร้าง

๓. แร่ หิน และสินแร่ (Minerals, Rocks and Ores)

แร่ หิน และสินแร่มีความหมายแตกต่างกัน เพื่อป้องกันความสับสน จึงควรเข้าใจความหมายของสิ่งทั้งสามไว้บ้างเสียก่อน คือ

(1) แร่ แร่เป็นธาตุแท้ (Element) หรือสารประกอบ (Compound) ซึ่งเกิดมีอยู่ตามธรรมชาติ แร่ที่เป็นธาตุได้แก่ ทอง และ กำมะถัน เป็นต้น แร่ที่เป็นสารประกอบมีมากมายหลายชนิด เช่น แร่ควอตซ์ (Quartz) หรือ เขี้ยวหนูมาน เป็นสารประกอบซิลิกอนไดออกไซด์ แร่แคลไซต์ (Calcite) เป็นสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต แร่เฟลด์สปาร์ (Feldspar) เป็นสารประกอบของธาตุอะลูมิเนียม ออกซิเจน ซิลิกอน โพแทสเซียม โซเดียมและแคลเซียม

(2) หิน ตามปรกติ ในหินมีแร่อยู่หลายชนิด เช่น หินแกรนิต มีแร่ อย่างน้อยสามชนิดรวมกันอยู่เสมอ คือ ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ และ ไมกา

(Mica) แต่หินบางชนิดก็อาจมีแร่ชนิดเดียว เช่น หินปูนหรือหินอ่อน เป็นแร่หลัก

(3) สินแร่ สินแร่เป็นแร่โลหะซึ่งมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ กล่าวคือ อาจหลอมหรือแยกสกัดเอาโลหะ เช่น ดีบุก ทังสแตน พลวง และอะลูมิเนียมมาใช้เป็นประโยชน์ได้คุ้มค่า ให้สังเกตว่า บอกไซต์ (Bauxite) และดินเหนียว (Clay) ต่างก็เป็นแร่ซึ่งเป็นสารประกอบของโลหะอะลูมิเนียม แต่เขาถลุงเอาอะลูมิเนียมจากบอกไซต์เท่านั้น เพราะมีวิธีถลุงเอาอะลูมิเนียมขายได้กำไร ดังนั้น บอกไซต์จึงเป็นสินแร่ แต่ดินเหนียวไม่ใช่สินแร่ เป็นต้น

หิน

๔. ชนิดของหิน

ถ้าเก็บรวบรวมหินจากที่ต่าง ๆ มาทุบและตรวจสอบ จะเห็นว่าหินมีสี่ ลักษณะ ส่วนประกอบและสมบัติต่าง ๆ กัน เป็นต้นว่า บางก้อนก็แข็ง บางก้อนก็เปราะ บางก้อนเนื้อหยาบ และบางก้อนเนื้อละเอียด สิ่งเหล่านี้แสดงว่าหินมีมากมายหลายชนิดด้วยกัน นักธรณีวิทยา แบ่งหินออกเป็น 3 ชนิด ตามวิธีการต่าง ๆ ที่มันเกิดขึ้น ดังนี้

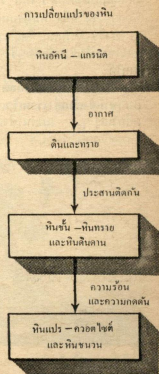
(1) หินอัคนี (Igneous Rocks)

(2) หินตะกอน หรือหินชั้น (Sedimentary or Stratified Rocks) และ

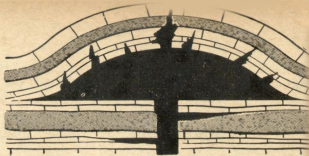
(3) หินแปร (Metamorphic Rocks)

๕. หินอัคนี

หินอัคนีคือหินแข็งที่เกิดจากแมกมา (Magma) หรือหินหนืดซึ่งเดิมอยู่ภายในโลกและต่อมาเย็นตัวลง กลายเป็นของแข็ง แมกมา คือหินหลอมเหลวเหนียว



หินก็มีอุณหภูมิประมาณ 1500° ฟ. แมกนาก็พยายามดันขึ้นมาสู่ผิวโลกเสมอ และอาจเย็นลงและแข็งตัวกลายเป็นหินอัคนี เมื่ออยู่ลึกใต้ดินหรือบนดินก็ได้ เนื่อง



หินหลอมเหลวได้เปลือกโลกดันหินแข็งเปลือกโลกให้โค้งนูนขึ้น
เมื่อเย็นลงจะกลายเป็นหินอัคนี

จากแมกนากลายเป็นหินแข็งในภาวะต่างๆ กันนี้เอง จึงทำให้เกิดหินอัคนีหลายชนิด เช่น หินแกรนิต หินบะซอลต์ หินอบซิเดียน และหินพุมิส แต่อย่างไรก็ตามหินเหล่านี้ก็ต้องมีแร่ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ และไมกาเป็นส่วนประกอบสำคัญเสมอ และก็อาจมีแร่อื่นๆ อีก เช่น มักเนไทต์ และโครนิตัมปนอยู่บ้าง

(1) หินแกรนิต (Granite) เป็นหินอัคนีซึ่งเกิดจากแมกนาแข็งตัวช้าๆ ใต้ผิวโลกและมักอยู่ลึกประมาณ 1 ไมล์ เนื้อหินแกรนิตค่อนข้างหยาบ เต็มไปด้วยผลึกเม็ดใหญ่ๆ ของสารต่างๆ มีสีสวยงาม แข็ง ทนทานผ่นมาก จึงเหมาะสำหรับการก่อสร้างโดยทั่วไป เช่น ปูพื้นและประดับอนุสาวรีย์ หินแกรนิตเกี่ยวข้องกับกำเนิดแร่ดีบุกและwolfram และมีอยู่ทั่วไป เช่นที่เขาพระงาม และเขาวงในจังหวัดลพบุรี และพบกันมากในจังหวัดกาญจนบุรี เพชรบุรี ในจังหวัดภาคเหนือและภาคใต้

(2) หินบะซอลต์ หินอบซิเดียน หินพุมิสและหินกัฟไฟ เป็นหินอัคนี ซึ่งเกิดจากแมกนาแข็งตัวอย่างรวดเร็วเหนือผิวโลก เนื้อจึงไม่หยาบอย่างหินแกรนิต เพราะไม่มีเวลาตกผลึกใหญ่ๆ แมกนาค้างดันขึ้นมาสู่ผิวโลกตามรอยแตกแยกของหินหรือต้นระเบิดผิวโลกออกมาในลักษณะภูเขาไฟระเบิด เขาเรียกว่า ลาวา (Lava) ลาวาจะไหลจากปล่องภูเขาไฟท่วมบริเวณ



ภูเขาไฟพาราควินในประเทศเม็กซิโกกำลังระเบิด

ลาวาไหลจากภูเขาไฟ

แผ่นดินโดยรอบแล้วเย็นลงอย่างรวดเร็วกลายเป็นหินชนิดต่าง ๆ ซึ่งบางที่รวมเรียกว่า หินภูเขาไฟ (Volcanic Rocks)

หินบาสอลต์ (Basalt) มักมีสีดำ สีเทาแก่หรือน้ำตาลแก่ มีเนื้อค่อนข้างละเอียด และแข็ง เหมาะสำหรับการก่อสร้างทั่วไป หินบาสอลต์มีอยู่หลายแห่ง เช่นในจังหวัดกาญจนบุรี จันทบุรี ลำปาง ศรีสะเกษ นครราชสีมา และที่เขาสวาย จังหวัดสุรินทร์ แสดงว่าเดิมเคยมีภูเขาไฟอยู่ในประเทศเรา

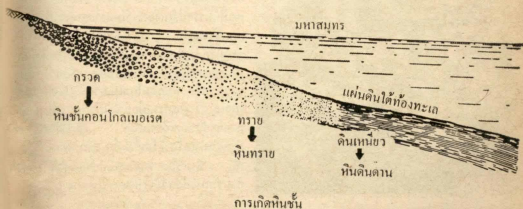
หินอบซิเดียน (Obsidian) มีสีดำหรือสีคล้ำ เนื้อละเอียดคล้ายแก้วและแข็งแรงแรงมาก เมื่อแตกจะแหลมคมทำรอยขีดบนโลหะแข็ง ๆ ได้

หินพูมัส (Pumice Stone) มีลักษณะเป็นฟองและรูพรุนอยู่ทั่วไป เพราะเกิดจากลาวา ส่วนบนซึ่งมีฟองก๊าซขังอยู่ในเนื้อ

หินทัฟฟ์ (Tuff) มีเนื้อละเอียดและมักมีสีเขียวหรือแดง เป็นหินที่เกิดจากฝุ่นหินที่ภูเขาไฟ พ่นออกมาทับถมและเกาะจับกันแน่นเป็นแผ่นเป็นก้อนทั้งบนเขาบนดินและในท้องทะเล พบกันที่ น้ำตกนางรอง จังหวัดนครนายก

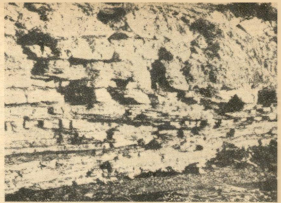
๖. หินตะกอนหรือหินชั้น

หินตะกอนหรือหินชั้น คือหินที่เกิดจากสารต่าง ๆ เช่น เศษหิน กรวด ทราย ดิน และอินทรีย์สารสะสมตัวทับถมอัดกันแน่นเป็นชั้น ๆ โดยการตกตะกอนตามทางน้ำ หรือในทะเล ในหินตะกอนหรือหินชั้นมักมีซากสัตว์หรือต้นไม้โบราณที่กลายเป็นหิน เรียกว่า ฟอสซิล (Fossil) ผังอยู่ตัวอยู่เสมอ หินชั้นที่พบกันอยู่เสมอมี่ 3 ชนิด คือ หินปูน หินทราย และ หินดินดาน



(1) หินปูน (Lime-stone)

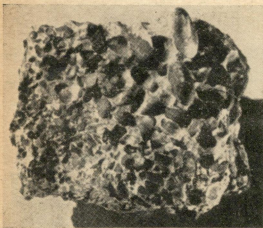
เป็นแร่แคลไซต์เกือบบริสุทธิ์ เกิดจากเปลือกหอยหรือกระดูกสัตว์ทะเล หินปูนมีหลายชนิด หลายสี มีทั้งเนื้อหยาบและเนื้อละเอียด เขาใช้หินปูนธรรมดา ซึ่งมีสีเทาแก่ ในการก่อสร้างทั่ว ๆ ไป เช่น ทำปูนขาว ทำถนนและผสมคอนกรีต หินปูนมีอยู่ทั่วไป และมีมากในจังหวัดลพบุรี สระบุรี กาญจนบุรี



ราชบุรีและเพชรบุรี ภูเขาสามร้อยยอด หินชั้น—หินปูนและหินดินดานอยู่กันเป็นชั้น ๆ สลับกันเป็นแถบที่จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ก็เป็นภูเขาหินปูนซึ่งมียอดตะปุ่มตะป่ำ เพราะหินปูนยุ่พังลงตามธรรมชาติได้ง่าย เหตุธรรมชาติอย่างหนึ่งที่ทำให้หินปูนยุ่พังก็คือน้ำฝนซึ่งมีคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ และกลายเป็นกรดคาร์บอนิก (Carbonic acid) กรดนี้สามารถละลายหินปูนตามภูเขาได้ ทำให้เกิด ถ้ำหินปูน เกิด หินย้อย (Stalagmites) ขึ้นลงจากเพดานถ้ำ และเกิด หินงอก (Stalagmites) ขึ้นจากพื้นถ้ำ หินงอกและหินย้อยเกิดจากการระเหยของน้ำที่มีเกลือคาร์บอเนตละลายอยู่ และทั้งหินปูนคือเกลือคาร์บอเนตเป็นของแข็งไว้

หินปะการัง ซึ่งเกิดจากซากกระดูกและเปลือกสัตว์ทะเลเล็ก ๆ ที่ถมกันอยู่ก็เป็นหินปูนชนิดหนึ่ง และจัดเข้าอยู่ในจำพวกหินชั้น นอกจากซากสัตว์โบราณแล้ว ซากพืชโบราณก็สะสมทับถมกันเข้านาน ๆ หลายล้านปีก็กลายเป็นหินชั้น ซึ่งเรียกว่า **ถ่านหิน** ด้วย

(2) หินทราย (Sand-stone) คือหินที่เกิดจากทราย ซึ่งมีสาร เช่น ซิลิกา และเหล็ก ออกไซด์เป็นตัวประสาน ช่วยให้เกาะยึดติดกันแน่น หินทรายมีหลายชนิดและหลายสี มีทั้งเนื้อหยาบและเนื้อละเอียด ระหว่างอำเภอเขาชัย จังหวัดเพชรบุรี และอำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี มีเขา



หินทรายอยู่หลายลูก หินทรายตามเขาเหล่านี้มีสีน้ำตาลแกมแดง เพราะมีเหล็กออกไซด์เป็นตัวประสาน เขาสำเภา ในจังหวัดลพบุรี เป็นเขาหินทรายมีชั้นเรียบ หินทรายจากเขานี้มีเนื้อค่อนข้างหยาบ และมีเหล็กดีสปาร์ สีเหลืองหรือชมพูอยู่ด้วย หินทรายบางชนิดก็มีก้อนกรวดหรือเหล็กกลมปนอยู่ เรียกว่า **หินกรวด** หรือ **หินคอนโกลเมอเรต (Conglomerate)** หินทรายมีอยู่ทั่วไป และมีมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เขาใช้หินทรายสำหรับทำเครื่องใช้เครื่องมือ เช่น หินขัด หินลับ สำหรับแกะสลักรูปสัตว์และรูปคนและสำหรับการก่อสร้างอาคาร ปูพื้นและทำบันได ปราสาหินพิมพ์าก็สร้างด้วยหินทราย

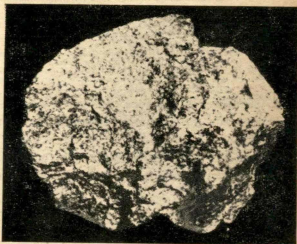
หินชั้นคอนโกลเมอเรตประกอบด้วยก้อนกรวดถูกประสานให้เกาะติดกัน

(3) หินดินดาน (Shale) เกิดจากดินเหนียวโคลนตม หินแร่ละเอียดต่างๆ ซึ่งตกตะกอน ชุมงสู่ท้องทะเลทับถมอัดกันมาเป็นเวลาช้านานจนแข็งกลายเป็นหิน ตามปรกติก็มีสีเทาหรือสีน้ำเงิน เป็นชั้นบาง ๆ และบิหรือแงะแตกออกตามรอยชั้นได้ง่าย

๗. หินแปร

หินแปรคือหินที่เกิดมาจากหินอัคนีหรือหินชั้น ซึ่งถูกความกดดันหรือ ความร้อนหรือ การเคลื่อนไหวของแผ่นดิน ทำให้รูปร่าง และโครงสร้างเปลี่ยนแปลงไป หินแปรที่พบเห็นอยู่เสมอได้แก่ หินไนส์ หินอ่อน หินควอตไซต์ และหินชนวน

(1) หินไนส์ (Granite Gneiss) เป็นหินที่แปรเปลี่ยนมาจากหิน แกรนิต มีเนื้อหยาบแข็งแกร่งทนทาน มาก เหมาะสำหรับการก่อสร้าง ทำตุ๊กตา หิน ทำครกและไม้ มีส่วนประกอบ เหมือนกับหินแกรนิต แต่เนื้อแตกต่างกัน กล่าวคือ ผลึกแร่ในหินแกรนิตมีลักษณะ เป็นเหลี่ยมขนาดต่างๆ ประปรายเป็นระ- เมียบอยู่ทั่วไป แต่ในหินไนส์เม็ดแร่ค่อนข้างลิบเรียงกันอยู่เป็นระเมียบ อาจโค้ง หรือตรงก็ได้ หินไนส์โผล่ขึ้นมาเหนือผิวดินหลายแห่ง เช่นตามชายทะเลแหลมแท่นและอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี หัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในจังหวัดกาญจนบุรี ระยองและเชียงใหม่



หินแปรจากหินแกรนิต

(2) หินอ่อนและควอตไซต์ (Marble and Quartzite) หินอ่อนเป็นหินที่แปรเปลี่ยนมาจากหินประเภทหินปูน มีลวดลายและสีต่างๆ สวยงาม เช่น ขาว แดง ชมพู ดำ และเทา หินอ่อนชนิดต่างๆ มีราคาแพง เขาใช้ในการก่อสร้าง พระที่นั่งอนันตสมาคมและโบสถ์วัดเบญจมบพิตร ก็สร้างด้วยหินอ่อนสวยงามมาก เนื้อหินอ่อนละเอียดและไม่ค่อยแข็งนัก จึงมักนำมาแกะสลักเป็น ตุ๊กตา เครื่องประดับและเครื่องใช้ต่างๆ ที่จังหวัดสระบุรีมีเขาหินอ่อนหลายลูกและมีโรงงานอุตสาหกรรมหินอ่อน

หินควอตไซต์ เป็นหินที่แปรเปลี่ยนมาจากหินชั้นประเภทหินทราย เม็ดแร่และวัตถุประสาน ผลึกรวมกันเป็นควอตซ์ (เขี้ยวหนุมาน) มีเนื้อละเอียดแน่นสีขาวใส แต่บางทีก็มีแว่นเจือปน ทำให้มีสีเหลือง แดงและสีอื่น ๆ

(3) หินชนวน (Slate) เป็นหินที่แปรเปลี่ยนมาจากหินดินดาน มีลักษณะคล้ายหินดินดาน

มาก แต่เนื้อแน่นและแข็งกว่า เมื่อเขาเอออกจะเป็นแผ่นบางเรียบ แข็งและขดขึ้นมันได้ เขาจึงใช้เป็นกระดานชนวนและเป็นกระเบื้องมุงหลังคา หินชนวนที่เราเห็นโดยมากมีสีเทาแก่และสีดำ แต่ที่มีสีแดงและอื่น ๆ ก็มี หินชนวนและหินดินดานจากจังหวัดสุโขทัยมีสีดำ

แบบฝึกหัดบทที่ 11

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

- ก. ดินเกิดขึ้นโดยการ.....ของหินโดยอำนาจ.....และผกหินเล็ก ๆ ผสมกับ.....น้ำและ.....
- ข. สรรพสิ่งทั้งหลายแบ่งออกเป็น.....อาณาจักร คือ อาณาจักรสัตว์.....และ.....
- ค. หินและแร่มีประโยชน์ใหญ่ ๆ แบ่งเป็น 4 ประการคือ และ
- ง. แร่คือ..... หิน คือ..... และดินแร่คือ.....
- จ. หินมี 3 ชนิดคือ และ.....
- ฉ. หินชนวนเป็นหิน.....แต่หินปูนและหินทรายเป็นหิน.....
- ช. หินแกรนิต หินภูเขาไฟ เช่น.....และ.....เป็นหิน.....

2. หินแปรคืออะไร จงยกตัวอย่างหินแปรมา 3 ชนิด และอธิบายว่าหินแปรเหล่านี้เกิดขึ้นอย่างไร
3. สรรพวัตถุทั้งหลายแบ่งออกเป็นกี่อาณาจักร อะไรบ้าง ดินอยู่ในอาณาจักรอะไร ทำไมจึงจัดเช่นนั้น
4. หินทรายคืออะไร มีอยู่ที่ไหนในประเทศไทย และมีประโยชน์อย่างไร
5. หินปูนและหินอ่อนคืออะไร เกี่ยวข้องและแตกต่างกันอย่างไรบ้าง

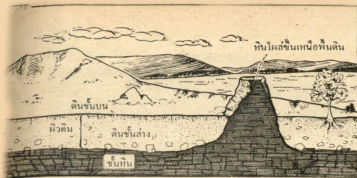
บทที่ 12

ดินและทราย

๑. ความสำคัญและความหมายของดิน

ดินมีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับชีวิตของเรามาก เราปลูกอาคารบ้านเรือนสำหรับอาศัยอยู่บนพื้นดิน อาหาร ของเราส่วนใหญ่ก็ได้จากพืชที่งอกจากดินและจากสัตว์ที่กินพืชทั้งโดยตรงและโดยทางอ้อม นอกจากนี้เรายังใช้พืชสัตว์ และดินเป็นประโยชน์ในด้านต่างๆ อีกเป็นอันมาก รวมทั้ง ที่อยู่อาศัย ยาร เครื่องนุ่งห่ม และ เครื่องใช้สอย นานาชนิด

ดินเป็นของผสม ประกอบขึ้นด้วยสิ่งที่สำคัญ ๆ 5 สิ่ง คือ หินชั้นเล็ก ๆ



ขนาดต่างๆ กลุกเกล้า
กับ อิวมัส และมี อา-
กาศ น้ำ และ เกลือ
แร่ ต่างๆ ที่จะละลายใน
น้ำได้แทรกซึมอยู่นอก

จากสิ่งทั้งห้าแล้ว บางทีเขาก็ถือว่าบักเตรีเป็นส่วนประกอบอีกอย่างหนึ่งของ
ดินด้วย

อิวมัส เป็นพวกอินทรีย์สาร เกิดจากซากสัตว์และพืชซึ่งผุพังนำเปื่อยลงด้วยอำนาจบักเตรี
เกลือแร่ที่ละลายน้ำได้และเป็นประโยชน์แก่พืชนั้นมีหลายชนิด เช่น เกลือไนเตรต ซัลเฟตและฟอสเฟต
กรวด ทราย ดินตะกอน และ ดินเหนียว ก้อนหินชั้นเล็กๆ ขนาดต่างๆ ซึ่งเกิดจากหินก้อนใหญ่ๆ
แตกทลายสักร้อนผุพังลงโดยอำนาจของน้ำ อากาศ แสงแดด การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ แรง
ธรรมชาติตลอดจนพืชและสัตว์ เมื่อเกิดขึ้นแล้วก็ถูกแรงธรรมชาติ คือ กระแสลม กระแสน้ำ
ธารน้ำแข็ง และแรงความถ่วง ทำให้เคลื่อนย้ายจากที่เดิมไป ปกคลุมส่วนอื่นของผิวโลกอยู่ตลอดเวลา
อีกด้วย

การเกิดดินเป็นไปอย่างช้าๆ ที่จะเล็กน้อยตลอดมานับตั้งแต่เกิดมีเปลือกโลก กว่าจะ
เกิดดินหนา 1 นิ้วก็ต้องสิ้นเวลาประมาณ 500 ปี

๒. การเกิดดิน

อากาศ แสงแดด และไอน้ำช่วยกันทำให้ผิวหินเปลี่ยนแปลงสมบัติทาง
เคมีแตกเป็นแผ่นกรอบร่วน ผุ หลุดลงเป็นผงเล็กๆ การพองและหดตัวของ
ก้อนหินเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทำให้ก้อนหินแตกร้าวแล้วผุพังต่อไป



หินผุพังลง

โดยอำนาจการเปลี่ยนแปลงทางเคมี



หินผุพังลง

โดยอำนาจการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์



การผุพังของหินลงเป็นดิน

ได้ง่าย เพราะเนื้อของหินประกอบด้วยแร่ชนิดต่าง ๆ ซึ่งพองและหดตัวได้ไม่เท่ากัน และมีความแข็งแรงทนทานแตกต่างกัน น้ำฝนซึ่งละลายคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ และจากซากพืชสัตว์ที่ผุพังกลายเป็นกรดคาร์บอนิกจะละลายและกัดหินปูนหรือแม้แต่หินแกรนิตให้สึกกร่อนได้ ในประเทศหนาวน้ำแข็งซึ่งไหลพาก้อนหินเล็ก ๆ ตามลงมาช่วยขัดสีขูดคกก้อนหินให้แตกพังและละเอียด และบางทีน้ำที่ซึมเข้าไปในรอกหินก็กลายเป็นน้ำแข็งและพองตัวทำให้หินแตกแยก กระแสน้ำและคลื่นในทะเลมหาสมุทรจะเซาะก้อนหินและพัดพากรวดทรายให้สึกกันเองให้ละเอียดลง หรือขัดสีก้อนหินใหญ่ให้สึกกร่อนลง ทรายซึ่งลมพัดพัดด้วยกำลังแรงจะขัดสีก้อนหินใหญ่ ๆ ตามภูเขาให้กร่อนจนพังลงได้ พืชเล็ก ๆ เช่นตะไคร่น้ำก็มีส่วนทำลายหินให้ผุพังอยู่เสมอ ต้นซึ่งมีรากงอกซอนเข้าไปในก้อนหินก็ช่วยทำให้หินแตกแยกออก สิ่งทั้งหลายดังกล่าวมานี้ ต่างก็ทำลายหรือร่วมกันทำลายหินให้แตกสึกกร่อนผุพังลงเป็นคิรางทั้งสิ้น อำนาจแรงและสิ่งต่าง ๆ ซึ่งช่วยทำลายหินให้ผุพังลงเป็นชั้นเล็ก ๆ แดกช่วยให้ เคลื่อนย้าย จากที่สูงไป ปกคลุม ผิวโลกนี้ เป็น ประโยชน์แก่ การดำรงของมนุษย์เราอย่างยิ่ง

หินที่แตกเป็นละเอียดลงนี้ก็จะค่อยๆกลุ่กลักกับอวมัส ซึ่งเกิดจากซากพืชสัตว์ผุพังลง อำนาจบกเครี ตามรูและช่องว่างระหว่างหินปูนและอวมัสก็มีอากาศและน้ำซึ่งละลายแร่ธาตุต่าง แทรกกระคองอยู่ สิ่งเหล่านี้รวมกันเข้าเป็นดินซึ่งมีอยู่ทั่วไป

๓. ชนิดของดิน

โดยทั่วไปดินประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 5 สิ่งดังกล่าวแล้ว แต่ดินตามที่ต่าง ๆ มีสิ่งเหล่านี้ประกอบกันอยู่เป็นสัดส่วนไม่เท่ากัน เป็นเหตุให้ดินของแต่ละตำบลไม่เหมือนกัน มีเนื้อ สี ลักษณะและสมบัติผิดแผกกัน และยังผลแก่การเพาะปลูกได้ดีเลวแตกต่างกันด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ส่วนประกอบส่วนใหญ่ของดินก็คือหินต่างๆ เช่น หินแกรนิต และหินปูนซึ่งแตกผุพังลงเป็นหินชั้นเล็กๆ ขนาดต่างๆ คือ กรวด ทราย ดินตะกอน และดินเหนียว ผสมกัน และทำให้เนื้อดินแตกต่างกัน ดังนั้นบางทีเขาจึงแบ่งดินออกเป็น 4 ชนิดใหญ่ๆ คือ (1) ดินกรวด (2) ดินทราย (3) ดินเหนียว (4) ดินร่วนหรือดินตะกอน

(1) ดินกรวด (Gravelly Soil) ประกอบด้วยกรวดปนทราย แต่ส่วนใหญ่เป็นกรวด มีอยู่ตามเชิงเขาและลำธาร ดินชนิดนี้หยาบ เก็บน้ำ อินทรีย์สารและเกลือแร่ที่เป็นอาหารของพืชไว้ไม่ได้ จึงไม่เหมาะสำหรับการเพาะปลูก ดังนั้นในแง่เกษตรกรรม บางทีเขาจึงไม่จัดว่าเป็นดิน

(2) ดินทราย (Sandy Soil) ประกอบด้วยทรายผสมอยู่เป็นส่วนใหญ่ คือ ประมาณ 80% เม็ดทรายมีขนาดเล็กกว่ากรวด และโดยมากเกิดจากควอตซ์ สามารถอุ้มน้ำได้บ้าง และมีสารที่ละลายในน้ำปนอยู่บ้างพอสมควร แต่ถักรกก็ต้องคอยเติมปุ๋ยและรดน้ำเข้าไปหล่อเลี้ยงต้นพืชในทันทีแล้ว

(3) ดินเหนียว (Clayey Soil) ประกอบด้วยเฟลด์สปาร์ที่ป่นละเอียดจากหินอัคนีเป็นส่วนใหญ่ เนื้อแน่นอุ้มน้ำได้มากมายไม่เหมาะสำหรับการเพาะปลูก เมื่อเปียกจะเหนียวเหนอะหนะ และเกาะติดกันแน่น ดินเหนียวเนื้อดี ๆ เช่นที่ราชบุรีก็มีประโยชน์สำหรับใช้เป็นกระเบื้อง หม้อ ไห และภาชนะดินต่างๆ

(4) ดินร่วนหรือดินตะกอน (Loamy Soil) ประกอบด้วยดินทรายและดินเหนียวเนื้อร่วนไม่เกาะกัน และมีรูพรุนให้อากาศ น้ำและเกลือแร่ที่เป็นอาหารพืชแทรกซึมปนอยู่ ดินร่วนที่เรียกว่า ดินอุดม ซึ่งเหมาะสำหรับการเพาะปลูกนั้นมีรูพรุนให้อากาศแทรกอยู่ได้ประมาณ 50% และมีอัมพลปนอยู่ประมาณ 5% อัมพลทำหน้าที่คล้ายฟองน้ำ ดูดน้ำเอาไว้ทำให้ดินชุ่มชื้นอยู่ได้นาน

๔. ชั้นของดิน

ดินที่ปกคลุมพื้นโลกอยู่นี้อาจแบ่งออกได้ 2 ชั้น คือ ดินชั้นบน (Top Soil) และ ดินชั้นล่าง (Sub Soil) ดินชั้นบนนั้นคือผิวดินทั่วๆ ไปซึ่งหนาประมาณ 10 นิ้ว ตามปกติ



ประกอบด้วยทราย ดินเหนียว ชิวมัส อากาศ น้ำ และเกลือแร่ จึงเหมาะ
สำหรับการเพาะปลูก ส่วนดินชั้นล่างอยู่ใต้ผิวดินและอยู่เหนือชั้นหินชั้นมา
มักจะประกอบด้วยกรวดทราย หรือดินเหนียว เนื่องจากถูกทับถมอยู่ลึก จึง
ไม่มีชิวมัสและอากาศแทรกอยู่ ดินชั้นนี้แน่นแข็งรากของพืชซอนไซลงไป
ได้ จึงไม่เหมาะสำหรับการงอกงามของพืช

การเปลี่ยนแปลงของผิวดิน ตามปกติดินชั้นล่างจะอยู่กับที่ที่เกิดและไม่มีการเปลี่ยนแปลง
ดินชั้นบนหรือผิวดินบางแห่ง เช่นดินตามป่าตามเขาที่ปกคลุมด้วยต้นไม้ เมื่อเกิดขึ้นแล้วก็จะยังคง
อยู่ที่เดิม แต่ผิวดินต่างๆ ไปมักเกิดจากที่อื่นแล้วถูกแรงธรรมชาติต่างๆ พัดนำมา ในระหว่างทาง
ก็ถูกละเลาะร่อนกับดินชนิดอื่นๆ เกลือแร่และอินทรีย์สาร จนกลายเป็นดินร่วนดินอุดม ดินร่วน
และดินอุดมมักมีอยู่ตามที่ลุ่ม เช่นแถบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งเป็นอู่ข้าวอู่น้ำของประเทศเรา

เราอาจกล่าวได้โดยทั่วไปว่า ผิวดินเปลี่ยนแปลงอยู่ทุกขณะ เนื่องจากแรงธรรมชาติต่างๆ
กล่าวคือ ลมและน้ำ นอกจากนี้ พืช สัตว์และคนเราก็มมีส่วนช่วยทำให้ผิวดินเปลี่ยนแปลงอีกด้วย

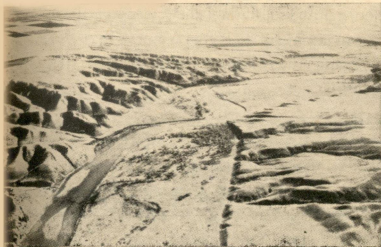
ทราย

๕. ความหมายของทราย

เมื่อหินแตกหลายผุพังลงโดยอำนาจการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และแรง
ธรรมชาติต่างๆ นั้น จะเกิดหินชิ้นเล็กๆ ขนาดต่างๆ ขึ้น ที่ใหญ่และหยาบ
ก็เป็นก้อนหินก้อนกรวด ขนาดดัดลงไปก็เป็นทราย ที่เล็กที่สุดก็เป็นผงธุลี
เป็นดินเหนียว เม็ดดินเหนียวที่ละเอียดมาก และสามารถลอยกว้างขวางปนอยู่
ในน้ำได้ก็มีขนาดประมาณ 1 ใน 256 มิลลิเมตร เม็ดดินธรรมดามีขนาดโต
กว่านี้ แต่ไม่โตเท่าเม็ดทราย เม็ดทรายละเอียดมีขนาดประมาณ $1\frac{1}{8}$ มิลลิเมตร
และเม็ดทรายหยาบมีขนาดประมาณ 2—3 มิลลิเมตร แต่กรวดมีขนาดโตกว่า
3 มิลลิเมตร ควรจำให้ได้ว่า ที่เรียกว่าดินทรายนั้นไม่ใช่ทรายล้วน แต่มีทราย
ปนอยู่ 80 % ขึ้นไป

ทรายมีหลายสี เช่นสีน้ำตาลอ่อนๆ สีขาวๆ หรือดำๆ แล้วแต่ว่าเกิดจากหิน หรือแร่ชนิดใด
ทรายโดยมากมีสีน้ำตาลอ่อนๆ และเกิดจากแร่ควอตซ์เป็นส่วนใหญ่ อาจมีแร่อย่างอื่น เช่น เฟลด์-
สปาร์ ไมกา การ์เนต มักเนตไซต์ปนอยู่ด้วย ทรายบางแห่งก็มีเปลือกหอยปนอยู่มาก เม็ดทรายที่
ขาววาวปนอยู่นั้นคือเกล็ดแร่ไมกา

๖. หาดทรายและธรรมชาติช่วยแยกทรายจากดินและกรวด



หาดทรายเกิดขึ้นตามกึ่งน้ำ

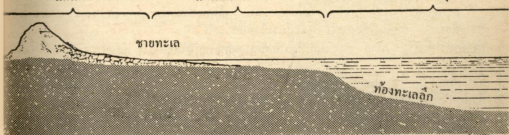
ทรายจะจมลง แล้วเมื่อดินจึงจะตกตะกอนทับทราย แม้น้ำจะหยุดหมุนแล้ว น้ำก็ยังจะขุ่นอยู่ และต้องทิ้งต่อไปอีกนานมากกว่าน้ำจะเริ่มใส แสดงว่าแรงน้ำจะพัดพาน้ำดินไปได้ง่ายกว่าทราย และพัดพาน้ำทรายไปได้ง่ายกว่ากรวด แรงน้ำไหลตามธรรมชาติช่วยแยกกรวดทรายและดินโคลนออกจากกัน และทำให้เกิดหาดทรายได้ก็เพราะเหตุผลเดียวกันกับการทดลองนี้

กระแสน้ำพัดพาหินลงไปสู่ทะเลมหาสมุทรปีละหลายร้อยล้านตัน เมื่อกระแสน้ำไหลไปตามแม่น้ำลำธาร พอไปถึงกึ่งน้ำ กระแสน้ำทางกึ่งน้ำนั้นในจะไหลช้า ไม่มีแรงพอที่จะพัดพากรวดทรายไปได้ กรวดและทรายก็จะตกจมลงที่ท้องน้ำตามลำดับ ทำให้เกิด หาดทราย ยื่นออกไป ส่วนกึ่งน้ำนอก

แผ่นดิน

แผ่นดินใต้ทะเล

มหาสมุทร



น้ำเอาดินละเอียด

ทรายและกรวด อย่างละเอียดๆ กัน ไส้ลงในอ่าง เทน้ำใสลงไปสักครึ่งอ่าง แล้วเอาไม้กวานเร็วๆ จะเห็นว่า ดินส่วนหนึ่งจะปนกับน้ำได้ดี และทำให้น้ำขุ่น ทั้งดินทรายและกรวด จะลอยหมุนควงไปกับน้ำ แสดงว่าน้ำซึ่งกำลังเคลื่อนที่ จะพัดพาน้ำเอาดินทรายและกรวดติดไปด้วยได้ เมื่อหยุดกวาน น้ำจะเคลื่อนที่ช้าลงๆ กรวดจะจมตกลงไปที่ก้นอ่างก่อน ต่อมา

กระแสน้ำไหลแรงเซาะให้ตลิ่งพังและเว้าแหว่งมากขึ้นทุกที อนึ่งตามชายทะเลนั้นน้ำไหลและคลื่นซัดเบาตอนใกล้กับแผ่นดิน และแรงมากขึ้นๆ เมื่อออกไปสู่ทะเล ดังนั้นตามหาดทรายชายทะเล จึงปรากฏว่ามีหิน และกรวดอยู่ติดกับแผ่นดิน ถัดออกไปเป็นทราย ส่วนทรายละเอียดๆ และดินเหนียว โคลนตมนั้นมักตกตะกอนจมอยู่ใต้น้ำ

๑. ประโยชน์ของทราย

นอกจากใช้หาดทรายตามริมแม่น้ำ และชายทะเลเป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ และเด็กชอบเล่นทรายแล้ว ทรายยังมีประโยชน์ใน การเกษตร ก่อสร้าง และอุตสาหกรรมแก้ว อีกด้วย ในการเพาะปลูก ถ้าดินเหนียวเกินไป พืชจะไม่เจริญงอกงาม เขาจึงเอาทรายมาผสมให้ดินร่วน มีน้ำและอากาศแทรกอยู่ช่วยให้รากพืชงอกซอนหาอาหารได้สะดวก ยิ่งกว่านั้นดินที่มีทรายปนยังป้องกันไม่ให้น้ำขังมากเกินไปจนทำให้รากเน่าด้วย ในการถมทำพื้นถนนให้แน่น บางทีเขาก็ใช้ทราย ทรายเป็นส่วนผสมที่จำเป็นและสำคัญใน การทำคอนกรีต ในการขัดล้างภาชนะ บางทีเราก็ใช้ทราย ในการขจัดวัตถุใหญ่ๆ ที่ทำด้วยโลหะ เช่น เรือรบ บางทีเขาก็ใช้ถมพ้นทรายซัดเอาสนิมและสีออกแล้วจึงทาสีใหม่ นอกจากนี้ทรายขาวซึ่งเป็นแร่ซิลิกาเป็นส่วนใหญ่ยังใช้ทำแก้วได้ด้วย แก้วที่เราพบเห็นอยู่เสมอชิ้นนั้น ทำจากทรายซิลิกา โซเดียมคาร์บอเนตและหินปูน

แบบฝึกหัดบทที่ 12

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

- ก. ดินมี 4 ชนิดคือ..... และ.....
 ข. ดินมี 2 ชั้นคือ..... และ.....
 ก. เม็ดทรายละเอียดมีขนาด.....มม. เม็ดทรายหยาบมีขนาด.....มม.

2. ทรายคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร และมีประโยชน์อย่างไร

3. แรงน้ำทำให้กรวด ทราย และดินเหนียวโคลนตมแยกจากกันได้อย่างไร และหาดทรายเกิดขึ้นได้อย่างไร

4. อิวาสต์คืออะไร มีประโยชน์อย่างไร

5. ผิวดินเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร

6. ดินคืออะไรและเกิดขึ้นได้อย่างไร

7. ทรายกับดินทรายคืออะไร และแตกต่างกันอย่างไร

แร่และสินแร่

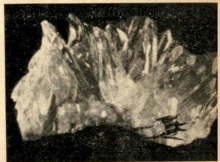
๑. ความหมายของแร่

ได้กล่าวมาแล้วว่า แร่คือธาตุ หรือ สารประกอบ ที่เกิดมีอยู่ตามธรรมชาติ ทั้งในเปลือกโลกและตามผิวโลก แร่ทุกชนิดเกิดอยู่ในหินและมักจะเป็นส่วนประกอบของหิน ตามหลักทฤษฎีแร่ต้องเป็นอนินทรีย์สาร แต่โดยทั่วไปก็มักอนุโลมพวกอินทรีย์สารซึ่งมีอยู่ตามธรรมชาติ เช่น ถ่านหิน และน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไว้ด้วย เพราะเกิดมีอยู่ในธรรมชาติมานานนับล้านปีแล้ว

แร่ซึ่งเป็นธาตุบริสุทธิ์ อยู่ตามธรรมชาติได้แก่ ทอง เงิน เพชร และการไฟต์เป็นต้น แร่ซึ่งเป็นสารประกอบ อยู่ตามธรรมชาตินั้นมีมากมายหลายหมื่นชนิด เช่น คัลไซต์ มักเนไต์ และควอตซ์ ดินซึ่งเราเหยียบย่ำอยู่ทุกวัน



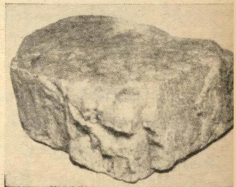
ไมกา



ผลึกควอตซ์

ก็ประกอบขึ้นด้วยแร่หลายชนิด

แร่บางชนิดก็มีราคา บางชนิดก็ไม่มีราคา แร่ชนิดหนึ่งๆ มักมีอยู่เป็นแห่งๆ เรียกว่า แหล่งแร่ (Mineral Deposit) บางแหล่งมีทั้งแร่มีราคาและไม่มีราคาอยู่ปนกัน ถ้าแร่ราคาสูงมีปนอยู่มาก แหล่งแร่นั้นก็เป็นประโยชน์ทางเศรษฐกิจ



ไพไรต์

๒. ประเภทของแร่

* แร่แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามประโยชน์ในแง่เศรษฐกิจและอุตสาหกรรม คือ ก. แร่ประกอบหิน และ ข. แร่อุตสาหกรรม ประเภทหลังนี้ยังแบ่งย่อยออกไปอีกเป็น 3 ชนิด คือ (1) แร่โลหะ (2) แร่อโลหะ รวมทั้งแร่ดินชาติ และ (3) แร่เชื้อเพลิง

ก. แร่ประกอบหิน (Rock-forming Minerals) คือ แร่ซึ่งเป็นประกอบของหินอัคนี หินชั้นและหินแปร เช่น หินแกรนิตมักประกอบขึ้นแร่ที่สำคัญสามชนิดเสมอ คือ ** ควอตซ์ (Quartz) เฟลด์สปาร์ (Feldspar) และไมกา (Mica) แร่ต่างๆ ซึ่งประกอบกันเข้าเป็นหินนี้ไม่ค่อยมีประโยชน์มากนัก แต่บางชนิดก็นำเอามาใช้ประโยชน์ได้ เช่น เขานำเอาแร่เฟลด์สปาร์มาผสมใช้เคลือบถ้วยชาม

ข. แร่อุตสาหกรรม (Industrial Minerals) คือแร่ซึ่งมีคุณค่าเศรษฐกิจ และใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

(1) แร่โลหะ (Metallic Minerals) คือแร่ที่มีโลหะมากพอที่จะขุดและนำมาแยกสกัดหรือถลุงเอาโลหะมาใช้ประโยชน์ได้ เช่นแร่โลหะดีบุก วุลแฟรม พลวง ตะกั่ว เหล็ก ทองแดง เงิน ทองคำและยูเรเนียม เป็นต้น และเขามักเรียกแร่โลหะที่ขุดมานี้ว่า สินแร่

(2) แร่อโลหะ (Non-metallic Minerals) คือแร่ที่ขุดและนำมาใช้ประโยชน์ โดยไม่ต้องนำมาถลุง แร่ชนิดนี้ได้แก่

(ก) แร่ธาตุอโลหะ ที่เกิดมียู่ตามธรรมชาติ เช่น กราไฟต์ กำมะถัน

(ข) แร่ที่ไม่สามารถนำไปถลุง แต่อาจนำเอาไปใช้ในอุตสาหกรรมเฉพาะและอื่นๆ ได้โดยตรง เช่น แร่กลีบหิน แร่ใยหิน แร่คลัสไต์จำพวกหินฉาบ

* บางท่านแบ่งแร่ออกเป็น 4 ชนิด คือ แร่ประกอบหิน แร่โลหะ แร่อโลหะ และ แร่เชื้อเพลิง

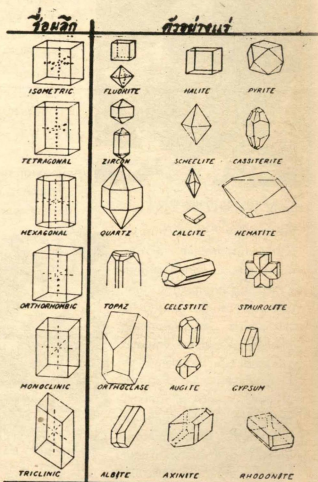
** ควอตซ์ = แซฟไฟร์ หินมรกต เฟลด์สปาร์ = แร่หินฟันม้า ไมกา = แร่กลีบหิน

หินขาวสำหรับปั้นถ้วยชาม และรวมทั้ง แร่รัตนชาติ ซึ่งใช้สำหรับทำเครื่องประดับและมีราคาแพง เช่น เพชร ทับทิม โอปอล มรกตและพลอยต่างๆ

(3) แร่เชื้อเพลิง (Fuel Minerals) คือแร่ที่เป็นอินทรียสารซึ่งนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง เช่น ถ่านหินลิกไนต์ น้ำมันแร่และก๊าซธรรมชาติ สารเหล่านี้มีกำเนิดมาจากการสลายตัวของซากสัตว์และพืชยุคดึกดำบรรพ์ ไม่ได้เกิดมีอยู่เองตามธรรมชาติอย่างทองธรรมชาติหรือกัลไซต์ ดังนั้นที่ (1) และที่ (2)

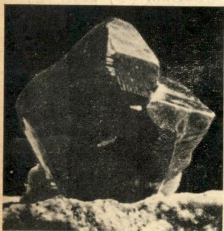
๓. สมบัติของแร่และการตรวจสอบแร่

แร่ชนิดต่างๆ มีสมบัติไม่เหมือนกัน เราอาจตรวจสอบชนิดของแร่ได้โดยอาศัยสมบัติทางฟิสิกส์ และสมบัติทางเคมีของแร่เหล่านั้นๆ การจะตรวจสอบชนิดของแร่ให้รู้แน่ชัดและละเอียดจริงๆ นั้น ต้องทำในห้องทดลองด้วยเครื่องมือที่ยากซับซ้อน โดยผู้เชี่ยวชาญโดยเฉพาะ แต่ผู้ซึ่งเริ่มศึกษาเรื่องแร่ ก็อาจใช้ทฤษฎีและมือสัมผัส ตรวจสอบชนิดของแร่ โดยอาศัยสมบัติทางฟิสิกส์ง่ายๆ เช่น สี รูปร่างพื้นฐาน ลักษณะ ความแข็ง ความถ่วงจำเพาะ และสมบัติอื่นๆ บางประการได้ ดังต่อไปนี้



(1) สี (Colour and Streak) เช่นแร่ไมกาและยิปซัม (Gypsum) ปรกติมีสีขาวหรือใสไม่มีสี แร่ตะกั่วช็อกโกแลต มีสีเทา แร่ทองแดงช็อคอาซูไรต์มีสีน้ำเงิน แร่ปรอทหรือชินนาบาร์มีสีแดง เป็นต้น แต่แร่อาจมีสีเป็นอย่างอื่นไปได้เมื่อมีธาตุอื่นบางชนิดเจือปนและอาจเปลี่ยนสีในอากาศเดิมได้ถ้าทิ้งไว้ในอากาศนานๆ

อนึ่ง แร่ชนิดเดียวกันเมื่อเป็นก้อนและเป็นผงอาจมีสีแตกต่างกันได้ เช่นแร่เหล็กเฮมาไทต์ เมื่อเป็นก้อนมีสีก่อนข้างดำ แต่เมื่อเป็นผงสีแดง เราอาจทดลองดูสีขณะเป็นผงได้โดยเออแบริลให้ละเอียด หรือเอาไปขี้บนแผ่นกระเบื้องสีขาว



ผลึกแร่ดีบุกทรงเตตราโกนัล

แท่งหกเหลี่ยม ผลึกเขี้ยวหนุ่มาน มีลักษณะเป็นหกเหลี่ยม หัวท้ายคล้ายปิระมิด ผลึกคลัสไต์มีลักษณะเป็นรูปขนมเปียกปูน ผลึกแร่ไฟไรต์ (แร่เหล็กชนิดหนึ่ง) มีหลายลักษณะ เช่น แบบลูกเต๋า ผลึกยิปซัมชนิดเซลล์ไนต์ มีลักษณะรูปขนมเปียกปูน ผลึกแอสไต์ (เกลือแกลกธรรมดา) มีลักษณะเป็นลูกเต๋า แต่บางทีก็เป็นเม็ดๆ หรือก้อน ผลึกเพชรมีลักษณะเป็นแปดหน้า แต่ละหน้าเป็นสามเหลี่ยม แต่แร่บางชนิดก็ไม่ตกผลึก เช่น แร่ไมกา มีลักษณะเป็น

(2) ความแวววาวของผิว (Lustre) ผิวของแร่แต่ละชนิดมักสะท้อนแสงได้แตกต่างกัน แสงแวววาวที่แร่สะท้อนนี้ มีลักษณะไม่เหมือนสีของแร่ต่างกล่าวไว้ในข้อ (1) แร่โลหะโดยมาก เช่น ถาถ้ำเงิน เฮมาไทต์ และมักเนไต์ มีวาวโลหะ แร่เขี้ยวหนุ่มาลือคือควอตซ์ชนิดไม่มีสี มีวาวคล้ายแก้ว กำมะถัน มีวาวคล้ายยางสน ชินนาบาร์ เมื่อบริสุทธิ์ มีวาวคล้ายเทา แต่เมื่อไม่บริสุทธิ์ มีวาวคล้ายดิน ยิปซัมชนิดเซลล์ไนต์ มีวาวคล้ายไข่มุก แต่ชนิดชาตินสปาร์ มีวาวระยับไหม้ แต่กราฟไฟต์ซึ่งเป็นโลหะบางทีก็มีวาวคล้ายโลหะ

(3) รูปทรงสัณฐาน (Structure) แร่ชนิดอาจตกผลึก (Crystal) ซึ่งมีลักษณะเป็นเหลี่ยมมีหน้าราบเรียบ และมีรูปทรงสัณฐานเป็นเหลี่ยมแน่นอนจำกัดตามชนิดของแร่ เช่น ผลึกแร่กำมะถันมักเป็น



ผลึกแร่ฟลูออไรต์ (CaF_2) ใช้ทำน้ำกรดกัดแก้ว ขาแก้ว และในอุตสาหกรรมแก้ว มีในจังหวัดราชบุรีและลำพูน

เกล็ด กราไฟต์เป็นเกล็ดบางเล็กๆ หรือเป็นเม็ดเกาะกันเป็นก้อน ทองธรรมชาติเป็นเกล็ดหรือก้อนเงินและปลาตินมีธรรมชาติมักเป็นเกล็ดหรือเป็นก้อนขรุขระ

แร่บางชนิดมี รอยแยกธรรมชาติ (Cleavage) พอให้สังเกตและตรวจสอบได้ เช่น ในการมีรอยแยกธรรมชาติไปทางเดียว เฟลด์สปาร์มีรอยแยกธรรมชาติไปสองทางตั้งฉากกัน แร่เฮไลต์และกาไลน์มีรอยแยกธรรมชาติไปสามทางตั้งฉากกันและกันทำให้ได้รูปลูกเต๋า กัลไซต์มีรอยแยกธรรมชาติไปสามทาง ไม่ตั้งฉากกัน และประกอบกันเข้าเป็นรูปขนมเปียกปูน

(4) ความแข็ง (Hardness) แร่มีความแข็งแตกต่างกัน โมห์ (Mohs) จัดลำดับความแข็งของแร่จากแข็งที่สุดไปหาอ่อนที่สุด และให้ตัวเลขบอกค่าความแข็งกำกับไว้ด้วย คือ เพชรมีความแข็งมากที่สุดคือ 10 และทัลก์ (Talc หินใช้สำหรับทำแป้งผัดหน้า) มีความแข็งน้อยที่สุด คือ 1 ดังนี้

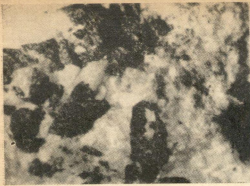
- 10 เพชร (Diamond) แข็งมากและเจาะสิ่งต่างๆ ได้
- 9 กอรันดัม (Corundum) แข็งรองจากเพชร ใช้แทนเพชรได้ดีมาก
- 8 โดปาซ (Topaz)
- 7 ควอตซ์ (Quartz) และ ตะไบเหล็กกล้า
- 6 เฟลด์สปาร์ (Feldspar) ตะไบชุดเป็นรอยได้ ชุดแก้วเป็นรอยได้ง่าย มีดทับและ เสนแก้วแตก มีความแข็งเท่ากับ 5.5
- 5 อปาทิต (Apatite) ฝ่ากระป๋องนม มีความแข็งเท่ากับ 4.5
- 4 ฟลูออไรต์ (Fluorite) มีดชุดเป็นรอยได้ง่าย
- 3 กัลไซต์ (Calcite) และ สดางค์แดง เล็บ มีความแข็งเท่ากับ 2.5
- 2 ยิปซัม (Gypsum) เล็บพอชุดเป็นรอยได้
- 1 ทัลก์ (Talc) อ่อนมาก เล็บชุดได้ง่ายมาก

ให้สังเกตว่า (1) เลขหน้าก็คือค่าของความแข็งของแร่และวัตถุที่ใช้สำหรับทดสอบความแข็งแรงของแร่ และ (2) แร่ที่มีความแข็งมากจะใช้ชุดสิ่งที่มีความแข็งน้อยกว่าให้เป็นรอยได้เสมอ เช่น แร่อปาทิต ซึ่งมีความแข็ง 5 ชุดฝ่ากระป๋องได้ และฝ่ากระป๋องชุดแร่ฟลูออไรต์ซึ่งมีความแข็ง 4 ได้ แสดงว่าฝ่ากระป๋องมีความแข็งระหว่าง 4 และ 5 และอาจถือได้ว่ามีค่าแข็ง 4.5 เป็นต้น

(5) ความถ่วงจำเพาะ ความถ่วงจำเพาะเป็นสมบัติประจำตัวของแร่ชนิดหนึ่ง ๆ และเราอาจทำการทดลองหาได้ แต่ถ้าอยากรวดเร็วกว่าๆ และเร็วๆ เราอาจใช้มือเปล่าจกชกตะกอนเทียบกับแร่ซึ่งรู้ค่าความถ่วงจำเพาะแล้ว เช่น

กำมะถัน	2.0	กราไฟต์ประมาณ	2.2	ยิปซัม	2.32
เฟลด์สปาร์	2.55	ควอตซ์	2.65	กัลไซต์	2.72
เพชร	3.5	มิกเนไลต์	5.2	กาไลน์	7.5
เหล็ก	7.2 - 7.8	ทองแดง	8.9	เงิน	10.5
ทองคำ	19.3				

(6) สมบัติอื่นๆ ที่อาจใช้ตรวจสอบชนิดของแร่ได้แก่ รส เช่น เกลือที่ใช้รับประทานมีรสเค็ม การมีสีก็เมื่อถูกมือ แร่ดินชาติเมื่อถูกมือจะเย็นกว่าแก้วธรรมดา รอยแตก เช่น หินอบแห้งแต่นรอยแตกมีลักษณะเว้าคล้ายแก้ว แร่บางอย่างให้แสงผ่านทะลุ ได้ยากง่ายแตกต่างกัน บางชนิดไม่ยอมให้แสงผ่านเลย และแร่แม่เหล็ก เช่น แร่เหล็กนิเกิลและโคบอลต์ แม่เหล็กดูดได้ และแร่เหล็กชนิดมิกเนไลต์เป็น แม่เหล็กธรรมชาติ เหล่านี้เป็นต้น



แร่ดีบุกกลาสซิโตไรต์ในสายแร่เปกมาไตต์
เมื่อหินหลอมเหลวเย็นลง แร่ดีบุกแยก
ออกจากหิน = เปกมาไตต์



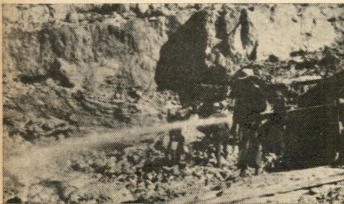
แร่ควอตซ์ในสายแร่เปกมาไตต์ และควอตซ์

แร่และสินแร่ที่สำคัญในประเทศไทย

๔. การเกิดแหล่งแร่อุตสาหกรรม

เมื่อกล่าวถึง แหล่งแร่ เขามักหมายถึงแหล่งที่มีแร่ชนิดเดียวหรือหลายชนิด ซึ่งมีอยู่มากพอที่จะขุดเอามาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมได้คุ้มค่าทางกำไรเศรษฐกิจเท่านั้น และตามปรกติเขา เรียกแหล่งแร่โลหะว่า แหล่งสินแร่

แหล่งแร่มักมีอยู่ในหินเป็นสายหรือเป็นแถบซึ่งเรียกว่า สายแร่ หรือ แถบสินแร่ แต่บางทีก็ฝังอยู่ในแอ่งหินลึกลงไป เช่น น้ำมัน และบางทีสะสมอยู่เป็นชั้น เช่น ถ่านหิน หรือปนอยู่กับหินที่ผุพังและถูกน้ำพัดมารวมเอาไว้ เช่น ดีบุกใน ลานแร่ หรือเหมืองบางเหมืองทางจังหวัดภาคใต้



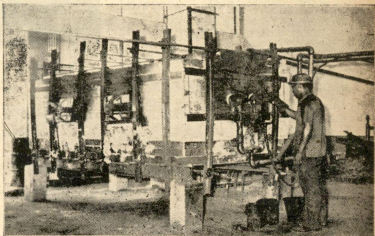
ด้านหน้าของเหมืองสูบ

เราทราบ มา แล้วว่า หินแมกนาหรือหินหนืดได้ เปลือกโลกนั้นประกอบขึ้น ด้วยแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ ซึ่ง หลอมเหลวปนกันอยู่ เมื่อ หินแมกนาเย็นตัวลง มาสู่ เปลือกโลก และเย็นลง นั้น แร่ต่าง ๆ มีจุดหลอมเหลว และ ความ หนา แน่น แตก-

ต่างกัน ก็จะแยกตัวออกจากกันและแข็งตัว **ฝังอยู่ในหินอัคนี** เป็นสายหรือเป็นแถบ สายแร่หรือแถบแร่ที่เกิดขึ้นนี้บางทีก็ถูก **ละลาย** โดยกระบวนการทางเคมีหรือสารอย่างอื่นและแยกตัวออกไปจากแร่ที่ละลายไม่ได้ แล้วกลับแข็งตัวรวมกันอยู่เป็นแหล่งในหิน **น้ำใต้ดิน** บางทีก็เซาะหินแยกเอาแร่ไปอยู่รวมกัน การเกิด หินแปรและหินชั้นหรือหินตะกอน ก็มีส่วนทำให้แร่ไปรวมกันอยู่เป็นแหล่งได้เหมือนกัน ดังนั้นบางทีเราจึงได้แร่จากหินต่างๆ เหล่านี้

๕. ความสำคัญของอุตสาหกรรมเหมืองแร่

แร่เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญมากอย่างหนึ่งของประเทศเรา ในปีหนึ่งๆ ประเทศเราส่งแร่โลหะ ดีบุก วุลแฟรม พลวง และตะกั่ว ออกไปจำหน่ายในต่างประเทศ คิดเป็นมูลค่าประมาณ 500 ล้านบาท กรม



ตลาดดีบุกของกรมโลหกิจ ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงให้ความร้อนสูงประมาณ 1180°ซ. ใช้หินปูนเป็นเชื้อลด (flux) และใช้ผงถ่านไม้ผสมกับแร่ดีบุก เพื่อแยกเอาออกซิเจนออกให้เหลือแต่โลหะดีบุก

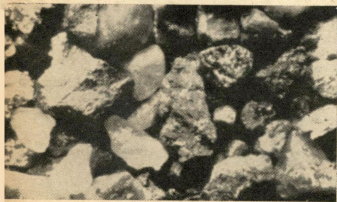
โลหกิจ กระทรวงอุตสาหกรรมมีหน้าที่ควบคุมส่งเสริม การสำรวจ การผลิต การจำหน่าย ตลอดจนการศึกษาค้นคว้าและทำแผนที่โลหะ

แร่ในประเทศเรามีอยู่หลายชนิดและมีอยู่ทั่วไป ที่สำคัญมี ดีบุก วุลแฟรม พลวง ตะกั่ว เหล็ก ทองแดง สังกะสี ทองคำ มังกานีส โมลิบดีนัม แอลูมิเนียม (เกลือหิน) ยิปซัม กราไฟต์ ปาโกไดต์ (หินสบู่) ฟลูออไรต์ รัตนชาติ น้ำมันแร่ และ ถ่านหิน เป็นต้น จะได้กล่าวถึงแร่และแหล่งแร่ที่สำคัญดังต่อไปนี้

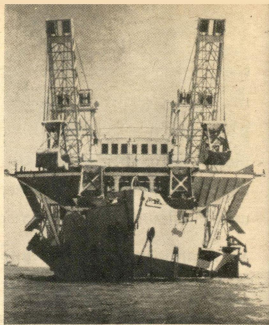
๖. แหล่งแร่โลหะ

โลหะที่สำคัญ มากที่สุดคือ เหล็ก แร่เหล็ก เกิด อยู่ทั่วไป ใน รูป สารประกอบชนิดต่างๆ ตามเปลือกโลก ใน ประเทศเรามีมากที่สุดที่เขาค้อ อิมคริม ใน จังหวัดกาญจนบุรี แต่อุตสาหกรรมเหมืองเหล็กอยู่ในขั้นเริ่มต้น เราผลิตเหล็กยังไม่พอใช้ในประเทศ และยังไม่ได้ส่งออกจำหน่ายเลย แร่ที่เราส่งออกขายมากที่สุดได้แก่ ดีบุก และ ที่รองถักลงไปได้แก่ วุลแฟรม พลวง และตะกั่ว แหล่งแร่โลหะโดยมากอยู่ในจังหวัดต่างๆ ตามทิวเขาที่กั้นเขตแดนกับประเทศพม่า และในจังหวัดภาคใต้

(1) แร่โลหะดีบุก หมายถึงแร่ซึ่งเมื่อถลุงจะได้โลหะดีบุก ได้แก่ แร่คาสซิเทอไรต์ (Cassiterite) ซึ่งเป็นสารประกอบของดีบุกและออกซิเจน ผง



แร่ดีบุก (Cassiterite SnO_2) มีหลายสี แต่ส่วนมากมีสีดำ



เรือชุดแร่ดีบุกในทะเลขนาด 2770 ตันที่อ่าวภูเก็ต เป็นการทำเหมืองแร่ดีบุกวิธีใหม่ที่สุด วิธีอื่นๆ ได้แก่ การทำเหมืองสูบ การทำเหมืองฉีด การใช้เรือชุดน้ำดัน และการร่อน

มีสีขาวหรือไม่มีสี บางทีก็เกิดในรูปผลึกแท่งสี่เหลี่ยม ยอดแหลม บางทีก็เกิดในรูปเม็ด เนื้อแน่น มีความแข็งประมาณ 6.5 และมีความถ่วงจำเพาะ 6.9

ในประเทศเรามีแร่ดีบุก ในจังหวัดต่างๆ เช่น ภูเก็ต



พังงา สุราษฎร์ธานี ระนอง ยะลา นครศรีธรรมราช
ราชบุรี กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ แม่ฮ่องสอน
และตาก

มีประโยชน์สำหรับใช้ทำเป็น แผ่นสำหรับ ห่อบุหรี
ยา และใบชา ใช้ชุบแผ่นเหล็กสำหรับทำกระป๋องและทำ
สังกะสีมุงหลังคา ใช้ผสมกับโลหะอื่นสำหรับทำหลอดยา
สีฟันและหล่อตัวพิมพ์

(2) แร่โลหะทังสเทน หรือ วุลแฟรม
ชนิด วุลแฟรมไมต์ (Wolframite) เป็นสาร
ประกอบของทังสเทน เหล็ก มังกานีสและ
ออกซิเจน ผงมีสีน้ำตาลแก่ มักเกิดในรูป

การเลียงแร่ ร่อนแร่ดิบ
เป็นแผ่นหรือเกล็ด มีความแข็งประมาณ 5.3 และมีความถ่วงจำเพาะ 7.3

ในประเทศเรามีแร่วุลแฟรมเกิดปนอยู่กับแร่โลหะดิบในจังหวัดต่างๆ เช่น ตาก แม่ฮ่องสอน
กาญจนบุรี และภูเก็ต

มีประโยชน์สำหรับใช้ทำให้หลอดไฟ ฟิวส์และใช้ผสมกับโลหะอื่นให้ได้เหล็กกล้าแข็งและคม
สำหรับทำเครื่องเจาะ

(3) แร่โลหะตะกั่ว ชนิด กาลีน่า (Galena) เป็นสารประกอบของ
ตะกั่ว และกำมะถัน ผงมีสีเทาแก่ออกดำ มีลักษณะเป็นเกล็ด เม็ด บางที
ก็เป็นผลึกรูปลูกเต๋า มีความแข็งประมาณ 2.5 และมีความถ่วงจำเพาะ 7.5

ในประเทศเรามีแร่กาลีน่าเกิดปนอยู่กับ แร่โลหะสังกะสี ที่ห้วยถ้ำจังหวัดแพร่ ที่หนองไผ่
จังหวัดกาญจนบุรี ในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและลำปาง

มีประโยชน์สำหรับถลุงเอาตะกั่วเพื่อทำลูกกระสุนปืน ใช้บัดกรีและทำโลหะผสมต่างๆ

(4) แร่โลหะเหล็ก มีหลายชนิด ได้แก่ เฮมาไทต์ มักเนไทต์ (Magne-
ite) และไพไรต์ (Pirite)

เฮมาไทต์เป็นสารประกอบของออกซิเจนและเหล็ก ผงสีแดงบนน้ำตาล
ปรางค์ลักษณะคล้ายก้อนหินเนื้อแน่นหรือเป็นเกล็ด มีความแข็งจาก 2 ถึง 6 มี
ความถ่วงจำเพาะ 5



แร่เหล็กแดง (Hematite Fe_2O_3) มีรูปหลายอย่าง เช่นเป็นก้อน หรือเกาะกันเป็นกาบ อยู่ในหินอัคนี หินชั้น และหินแปร

มักเนไต์เป็นสารประกอบของออกซิเจนและเหล็ก ผงมีสีดำ มีลักษณะเป็นก้อนหรือเป็นเกล็ดแข็ง มีความแข็งประมาณ 6 เป็นแม่เหล็กธรรมชาติ

ส่วนไพไรต์เป็นสารประกอบของกำมะถันกับเหล็ก ผงมีสีเขียวและน้ำตาล แก่นเงาแวววาว ตกผลึกเป็นรูปลูกเต๋า มีสี่เหลี่ยมคล้ายทองคำ มีความแข็งประมาณ 6.3

ในประเทศเรามีแร่มักเนไต์ที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี และที่บางกล่ำจังหวัดสงขลา มีแร่เอมาไตต์ที่เขาทับควาย จังหวัดลพบุรี และเขาอิมคริม จังหวัดกาญจนบุรี ที่เขาอิมคริมนี้ประมาณกันว่าแร่เหล็กอยู่ถึง 5 ล้านตัน ที่เขาทับควายมีประมาณ 7 แสนตัน ที่บางกล่ำนอกจากมีแร่มักเนไต์แล้ว ยังมีแร่ไพไรต์ปนอยู่ด้วย ที่บ่อคำ จังหวัดแพร่ก็มีแร่เหล็กในหินสีแดงแต่ก็ไม่มากนัก นอกจากนี้ยังมีแร่เหล็กอีกหลายแห่ง เช่นในจังหวัดสระบุรีและจังหวัดเลยซึ่งกำลังทำการสำรวจอยู่

มีประโยชน์สำหรับถลุงเอาเหล็กเพื่อใช้ในการก่อสร้าง ทำเครื่องจักรกล ตลอดจนเครื่องใช้และอุปกรณ์ต่างๆ

(5) แร่โลหะทองแดง บางที่ก็เกิดเป็นทองแดงธรรมชาติ บางที่ก็เป็นแร่อย่างอื่น เช่น จุนสียเป็นผลึกสีน้ำเงิน ไพไรต์มีสีเป็นทอง และมาลาไคต์ (Malachite) มีสีเขียว

ในประเทศเรามีแร่มาลาไคต์ที่จันทิกและเขนงพระ จังหวัดนครราชสีมา ที่ห้วยพื้และป่าแดง จังหวัดเพชรบูรณ์ และที่เหมืองสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

มีประโยชน์สำหรับถลุงเอาทองแดงไปใช้ทำลวดไฟฟ้า ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า ตลอดจนทำโลหะผสมทำเครื่องใช้ต่างๆ

(6) แร่โลหะทองหรือทองคำ ส่วนใหญ่เกิดในรูปทองธรรมชาติ เป็นเกล็ดเป็นก้อนสีทอง แหล่งแร่ทองคำที่ขึ้นชื่อในประเทศเราคือที่ป่าร่อน อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ห้วยหลวง จังหวัดเชียงราย กบินทร์ จังหวัดปราจีนบุรี โตะโมะ จังหวัดนราธิวาส และท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์

(7) แร่โลหะพลวงหรือแอนติโมนี ในรูปแร่ สติบไนต์ หรือแอนติโมนไนต์ (Stibnite or Antimonite) ซึ่งเป็นสารประกอบของพลวงและกำมะถัน ผงมีสีเทาหรือเทาแก่ มีลักษณะเป็นเกล็ดหรือแท่งหรือแผ่น มีความแข็งประมาณ 2.3 และความถ่วงจำเพาะ 4.7

ในประเทศเรามีในจังหวัดต่างๆ เช่น ที่แม่ตาหลวง และห้วยกะทิง จังหวัดลำปาง ผาค้น จังหวัดแพร่ และสถานีบ้านส้อง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

มีประโยชน์สำหรับถลุงเอาโลหะพลวง เพื่อทำโลหะผสมตะกั่วบัดกรี ทำตัวพิมพ์ ใช้ทำสีทาบ้านและอื่นๆ

นอกจากแร่โลหะดังกล่าวแล้ว ยังมี แร่โลหะมังกานีส ในหินตะกอนหรือหินชั้นและหินแปรที่เกาะคราม จังหวัดชลบุรี และที่เขียงกาน จังหวัดเลย แร่โลหะโมลิบดีนัม ในหินแกรนิตแปรที่ตำบลน้ำขุ่น จังหวัดจันทบุรี

๗. แหล่งแร่โลหะ

แร่โลหะนี้รวมทั้งแร่รัตนชาติต่าง ๆ ด้วย แร่โลหะบางชนิดก็เป็นธาตุ เช่น กราไฟต์ (คาร์บอน) บางชนิดก็มีส่วนประกอบเป็นโลหะ แต่เราไม่ถลุงแยกเอาโลหะมาใช้ เรานำเอาแร่โลหะนี้มาใช้ประโยชน์โดยตรง แร่โลหะที่สำคัญในประเทศเรามีหลายชนิด เช่น ยิปซัม คัลไซต์ ปาโกไคต์ กราไฟต์ และ รัตนชาติ

(1) แร่รัตนชาติ (Gem Minerals)

มนุษย์เรารู้จักใช้รัตนชาติเป็นเครื่องประดับ



แร่พลวง (Stibnite Sb_2S_3)

ในสายแร่ ควอตซ์ (สีขาว)

อำเภอนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี

กาย และทำเป็นศิลปะวัตถุมาหลายพันปีแล้ว รัตนชาติโดยมากเป็น แร่
อนินทรีย์สาร แต่บางชนิดเป็นอินทรีย์สาร และบางชนิดก็เป็น หิน ซึ่งมีแร่
หลายชนิดผสมกันอยู่ เมื่อเจียรในและขัดจะมีสีแวววาวสวยงาม สำหรับเป็น
เครื่องประดับที่มีค่า รัตนชาติบางอย่างมีสมบัติพิเศษ เช่น เพชรมีความแข็ง
มาก เขาใช้ในอุตสาหกรรมอย่างอื่นด้วย

รัตนชาติมีอยู่หลายชนิด ดังต่อไปนี้

(ก) เพชร (Diamond) เป็นธาตุคาร์บอน (ถ่าน) บริสุทธิ์และตก
ผลึก เป็นรูป 8 เหลี่ยมหรือ 4 เหลี่ยมลูกบาศก์ โดยมากไม่มีสี ที่มีสีน้ำเงิน
ชมพู และเหลืองอ่อนๆ ก็มี เมื่อถูกแสงแดดจะแวววาวและมีสีรุ้งสวยงามมาก
เพชรเกิดขึ้นภายใต้ความกดดันสูงมากตามหินอัคนีในปล่องภูเขาไฟ แต่บางที
ถูกน้ำเซาะพัดพาไปปนอยู่กับทรายในบริเวณใกล้เคียง บ่อเพชรซึ่งใหญ่และมี
ชื่อเสียงมากคือ บ่อคิมเบอไลในทวีปอาฟริกา ลึกถึง 4,000 ฟุต เพชรมีความ
แข็งมากเป็นพิเศษ แต่ก็มีรอยแยกธรรมชาติ ซึ่งช่วยให้แบ่งเพชรใหญ่ๆ ออก
เป็นชิ้นเล็กและเจียรระไนได้สะดวก เนื่องจากเพชรมีราคาแพงมาก เขาจึงใช้
หน่วยชั่งน้ำหนักซื้อขายเป็นพิเศษ เรียกว่า กะรัต (Carat) ซึ่งเท่ากับ
ประมาณ 200 มิลลิกรัม

(ข) ทับทิม พลอยสีน้ำเงินและนิล (Ruby and Sapphire) เป็น
รัตนชาติจำพวก แร่คอร์รันดัม (Corundum) ซึ่งเป็นสารประกอบอะลูมิเนียม-
ออกไซด์ เกิดในหินบาซอลต์ แต่มีโลหะออกไซด์อื่นปนอยู่ทำให้มีสีต่างๆ กัน
หลายชนิด เช่น สีแดงและโปร่งแสงจนเกือบทึบแสง เรียกว่าทับทิม บางชนิดก็
มีสีดำ บางชนิดก็มีสีเขียว สีฟ้า หรือสีม่วง ในประเทศเรามีทับทิมที่จังหวัด
ตราด พลอยสีน้ำเงินและนิลตะโกที่จังหวัดกาญจนบุรี รัตนชาติประเภทนี้
มีความแข็งแรงรองจากเพชร ดังนั้นนอกจากใช้เป็นเครื่องประดับแล้ว ยังใช้เป็น
วัตถุขัดถูและในอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้อีกด้วย

(ค) พลอยตาแมว (Cats-eye) เป็นรัตนชาติจำพวก แร่คริสโซเบริล



(Chrysoberyl) พลอยชนิดนี้แข็งเป็นที่สามรองจากเพชร และคอรัันดัม มีสีต่างๆ กล่าวคือ เขียวมะกอก เขียวอมเหลือง อดมน้ำตาล

(ง) มรกตและอความารีน (Emerald and Aquamarine) เป็นผลึก แร่เบริล (Beryl) แร่โลหะเบริลเลียมซึ่งมีผลึกล้อมรอบ 6 หน้าและมีความแข็งมาก มรกตมีสีเขียวค่อนข้างเข้ม อความารีนมีสีต่างๆ เช่น สีฟ้าและสีชมพูอ่อน มรกตมีมากในไซบีเรีย

อความารีนมีมากในประเทศบราซิล

(จ) โกเมน เป็นแร่รัตนชาติจำพวก การ์เน็ต (Garnet) ซึ่งมักเกิดเป็นผลึก มีผิวราบ 12 หรือ 24 หน้า แต่ละหน้าเป็นสี่เหลี่ยม เป็นสารประกอบพวกซิลิกอน อลูมิเนียมและเหล็กมีความแข็งมาก บางทีใช้ทำกระจกทราย และมีสีหลายสีแล้วแต่สารที่เจือปน ที่มีสีแดงก่ำเรียกว่าโกเมน ในประเทศเรามีโกเมนที่จังหวัดจันทบุรี

(ฉ) บุษราคัมและเพทาย เป็นแร่รัตนชาติจำพวก โทปาซ (Topaz) เกิดในหินแกรนิต บางทีพบในก้อนกรวด เป็นก้อนขรุขระใสและมีสีหลายสี เช่น เหลืองแดง น้ำตาลและน้ำเงินอ่อน โทปาซสีแดงอมน้ำตาล เราเรียกว่า เพทาย และ สีเหลือง



ผลึกแร่ การ์เน็ต เกิดในหินอัคนีและหินแปรแกรนิตในสี มีหลายสี

เรียกว่า บุษราคัม ในประเทศเรามีบุษราคัมและเพทายที่บางกะจะ จังหวัด จันทบุรี

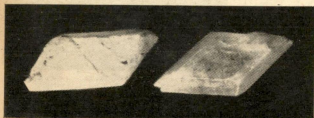
(ซ) มุกดาและโมรา เป็นแร่รัตนชาติจำพวก ควอตซ์ (Quartz) โดยมากเป็นผลึกหกเหลี่ยมหยาบๆ เป็นปริมาตร มีสีต่างๆ มากมาย เช่น ม่วง แดง เหลือง ทอง ชมพู น้ำตาล บางชนิดก็ใส บางชนิดก็ขุ่นมัวและทึบแสง มุกดานั้นมีสีหมอกอ่อนๆ คล้ายไข่มุก โมรา (Agate) มีวงเป็นชั้นๆ คล้ายพลอยตาแมว นอกจากใช้แร่นี้ทำเครื่องประดับแล้วยังใช้ประโยชน์อีกหลายอย่าง เช่นในการทำแว่นตา ทำเบาะรองคันตราซู่ เป็นต้น

(ซ) เพทาย อีกชนิดหนึ่งนั้นเป็นแร่รัตนชาติจำพวกเซอร์คอน (Zircon) เกิดเป็นผลึกแท่งสี่เหลี่ยมหยาบๆ เป็นปริมาตร มีสีหลายสี ชนิดสีแดงอมน้ำตาล หรือแดงส้ม เรียกว่าเพทาย เซอร์คอนมีจุดหลอมเหลวสูงมากคือราว 1755° ซ. เขาจึงใช้ในการทำแก้วสำหรับหลอมโลหะด้วย ในประเทศเรามีเพทายชนิดนี้ที่ จังหวัดศรีสะเกษ

(ฌ) ทัวมาลีน เป็นแร่รัตนชาติซึ่งมีส่วนประกอบซับซ้อนมาก เกิดในรูปผลึกแท่งหกเหลี่ยมซึ่งมีหน้าเป็นสามเหลี่ยม มีสีหลายสี เช่น เขียว ชมพู และสีน้ำเงินเข้ม

(ญ) โอปอล (Opal) เป็นแร่รัตนชาติจำพวก ซิลิกอนออกไซด์ มีหลายสี เช่น สีไข่มุก สีขุ่นอย่างน่านม สีแดง น้ำตาล เหลือง เขียวและน้ำเงิน เมื่อถูกแสงแดดจะเป็นประกายมีสีต่างๆ อยู่ในเนื้อ

(2) แร่ยิปซัม เป็นสารประกอบของแคลเซียม กำมะถัน ไฮโดรเจนและ ออกซิเจน ในประเทศเรามีมากในจังหวัดต่างๆ เช่น



ยิปซัม (Ca SO₄.2 H₂O)

ที่แม่เมาะและแม่ก๊วะ จังหวัดลำปาง อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุดรธานี และ บางมูลนาก จังหวัดพิจิตร ที่บางมูลนาก นี้มีแร่ยิปซัมมากที่สุด ประมาณว่ามี 10 ล้านตัน

มีประโยชน์สำหรับปั้นหุ่น ทำ ตุ๊กตา หล่อแบบ และทำซอลักเขียน กระดาษค้ำ



แคลไซต์ (CaCO_3)

(3) แร่กลัไซต์ (Calcite) คือแร่

จำพวกหินปูน เป็นสารประกอบของแคลเซียมคาร์บอนและออกซิเจน มีอยู่ทั่วไปในรูปต่างๆ รวมทั้งหินอ่อนซึ่งอยู่ในรูปผลึก

ในประเทศเรามีมากในจังหวัดต่างๆ เช่น ฉะบuri สระบุรี กาญจนบุรี ราชบุรี และเพชรบูรณ์

มีประโยชน์สำหรับการก่อสร้างอาคารและถนน ผสมคอนกรีต เผาทำปูนขาว สำหรับเรื่องหินอ่อนและหินปูนได้กล่าวไว้ข้างแล้วในเรื่องหิน

๘. แหล่งแร่เชิ้อเพลิง*

แหล่งแร่เชิ้อเพลิงที่สำคัญมี 3 ชนิดคือ ถ่านหิน รวมทั้งลิกไนต์และบิทูมินัส น้ำมันแร่ และ ก๊าซธรรมชาติ จะกล่าวถึงแหล่งแร่เชิ้อเพลิง ๒ ชนิดแรกดังต่อไปนี้

(1) ถ่านหิน เกิดจาก อินทรีย์สารจำพวกพืช ทับถมกันและถูกหินและดินทับถมบีบอัดอยู่ใต้ผิวโลกเป็นเวลานานหลายล้านปีจนกลายเป็น หินชั้นเนื้อแน่น แข็ง สีดำหรือสีน้ำตาลแก่ มากจนเกือบดำและติดไฟได้ จึงใช้เป็น เชื้อเพลิงได้ดี

การังกา ถ่านหินมีหลายชนิด คือ ลิกไนต์ บิทูมินัสและแอนทราไซต์ แต่ละชนิดประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (ถ่าน) เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นก็มีก๊าซและสารจำพวกไฮโดรคาร์บอนซึ่งติดไฟได้ดี น้ำเถ้าและกัมมะถันปนอยู่บ้าง ถ่านหินแอนทราไซต์ เกิดนาน และแข็งมากที่สุด มักใช้เป็นมัน และมีธาตุคาร์บอนคิดเป็นร้อยละมากที่สุด และเมื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนได้ดีที่สุดด้วย ถ่านหินที่ค้นพบในประเทศไทยเป็นชนิด ลิกไนต์ มีสีน้ำตาลเข้ม หรือดำอมน้ำตาลแทบทั้งนั้น แหล่งถ่านหินลิกไนต์ในประเทศไทยที่สำคัญมีอยู่หลายแห่ง เช่นที่ แม่เมาะ จังหวัดลำปาง บ้านปูล่า จังหวัดกระบี่ และ เกียนหา จังหวัดสุราษฎร์ธานี เท่าที่สำรวจแล้วปรากฏว่าที่แม่เมาะมีถ่านหินอยู่ประมาณ 20 ล้านตัน และที่บ้านปูล่ามีอยู่ประมาณ 10 ล้านตัน เขาใช้ถ่านหินเพื่อต้มน้ำสำหรับหมุนเครื่องจักรกลไอน้ำ

* ดูเพิ่มเติมในหน่วยที่ 5 เชื้อเพลิง

ต่าง ๆ เช่นเครื่องผลิตไฟฟ้า นอกจากนี้เขายังเอาถ่านหินมากลั่นเอาน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันแร่อื่น ทำปุ๋ยและทำสีได้ด้วย

(2) น้ำมันเชื้อเพลิง

น้ำมันแร่ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาตินั้นเกิดจากอินทรีย์สาร รวมทั้งซากพืช และสัตว์ซึ่งถูกทับถมอัดอยู่ในชั้นหินใต้ผิวโลก แล้วเปลี่ยนแปลงสมบัติและ กลั่นตัวอย่างช้า ๆ มาเป็น เวลาหลาย ล้านปีและ ถูกกักไว้ ตามแอ่งหิน หรือซิมปน อยู่ในหินใต้ดินเป็นแหล่ง ๆ น้ำมันที่ขุดขึ้นมาได้เขาเรียกว่า น้ำมันดิบ และมัก มีก๊าซธรรมชาติซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ละลายปนอยู่ น้ำมันดิบเป็นสารประกอบ จำพวกไฮโดรคาร์บอนหลายชนิดปนกันอยู่ เขานำน้ำมันดิบมาแยกและกลั่น เพื่อเอาน้ำมันเชื้อเพลิงได้หลายชนิด เช่นน้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซิน น้ำมัน ดีเซล และน้ำมันอื่นๆ ทั้งเหลวและแข็ง เช่นน้ำมันหล่อลื่น หรือน้ำมันเครื่อง น้ำมันวาสลินและพาราฟิน เป็นต้น

ในประเทศเรามีแหล่งน้ำมันที่สำรวจพบแล้ว คือ แหล่งน้ำมันที่ผางและ แม่สอติ เชื่อกันว่ายังมีอยู่อีกหลายแหล่ง เช่นตามลุ่มน้ำเจ้าพระยา

แหล่งหรือแอ่งน้ำมันผาง อยู่ในอำเภอผาง ห่างจากจังหวัดเชียงใหม่ไปทางทิศเหนือประมาณ 157 กิโลเมตร ขณะนี้กรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม กำลังดำเนินการเจาะเอาน้ำมัน ขึ้นมากลั่นเอาน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น อัสฟัลต์ (สำหรับลาดถนน) และอื่นๆ อยู่

ส่วนแหล่งน้ำมันแม่สอติ อยู่ในอำเภอแม่สอติ จังหวัดตาก ประมาณกันว่ามียู่ 2,500 ในขณะนีบริษัทด้านน้ำมันไทย จำกัด ดำเนินการสำรวจอยู่

สำหรับแหล่งน้ำมันตามลุ่มน้ำเจ้าพระยา เช่นทั่วทั้งน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา นั้น ตามการสำรวจทางอากาศว่าอาจมีน้ำมันอยู่มาก แต่ยังเจาะไม่พบ

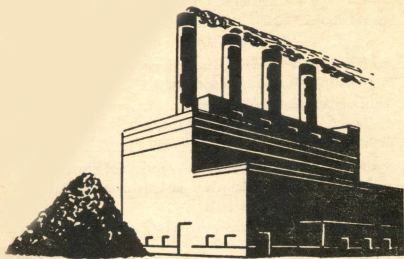
แบบฝึกหัดบทที่ 13

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

ก. แร่ซึ่งเป็นธาตุได้แก่ (1)..... (2)..... แร่ซึ่งเป็นสารประกอบ
ได้แก่ (1)..... (2).....

ข. แหล่งแร่คือ.....

- ก. แร่แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ.....และแร่อุตสาหกรรม
แร่อุตสาหกรรมมี 3 ชนิดคือ.....และ.....
- ง.มีความแข็งมากที่สุดคือ 10มีความแข็ง
ต่ำที่สุดคือ 1 เล็บมีความแข็ง =และมีดพับมีความแข็ง =
- จ. สินแร่ที่สำคัญที่สุดที่ขุดพบในประเทศไทยได้แก่.....
- ฉ. ในประเทศเรามีแหล่งแร่เหล็กมากที่สุดที่.....มีแหล่งถ่านหินลิกไนต์
มากที่สุดที่.....และมีแหล่งน้ำมันที่.....และ.....
- ช. ในประเทศเรามีทับทิมที่.....และที่.....
- 2 แร่รัตนชาติคืออะไร แร่รัตนชาติชนิดใดแข็งที่สุด และชนิดใดแข็งรองๆ ลงมา
 - 3 น้ำมันแร่เกิดขึ้นได้อย่างไร มีประโยชน์อย่างไร และในประเทศเรามีอยู่ที่ใดบ้าง
 - 4 แร่โอโลหะคืออะไร แตกต่างกับแร่โลหะอย่างไร
 - 5 เราจะทดลองตรวจสอบชนิดของแร่ได้อย่างไรง่าย ๆ อย่างไร
 - 6 แร่ และ หิน มีประโยชน์อย่างไรบ้าง
 - 7 อีปซัมเป็นแร่ชนิดใด มีประโยชน์อย่างไร ในประเทศเรามีอยู่ที่จังหวัดใดบ้าง
 - 8 จงเขียนเรื่องความสนใจ ๆ เกี่ยวกับเรื่อง “แหล่งแร่เชื้อเพลิงในประเทศไทย”



หน่วยที่ 5

เชื้อเพลิง

ในสมัยดึกดำบรรพ์ มนุษย์ไม่รู้จักก่อไฟ ได้อาศัยแต่แสงสว่างจากดวงอาทิตย์และสะท้อนจากดวงจันทร์ ไฟที่เกิดขึ้นในสมัยนั้นเป็นไฟไหม้ป่า มนุษย์ไม่ทราบสาเหตุก็คิดว่าไฟเป็นอำนาจของภูตผีหรือเทพยดา จึงเกรงกลัวไฟกันมาก ครั้นต่อมามนุษย์รู้จักก่อไฟขึ้นเอง เอาไม้แห้งมาเสียดสั่น ความเกรงกลัวไฟจึงลดน้อยลงไป ในปัจจุบันนี้เราเข้าใจกันแล้วว่าไฟเกิดขึ้นได้อย่างไร และใช้ทำประโยชน์อะไรได้บ้าง จึงสมควรจะได้เรียนรู้เรื่องไฟไว้บ้าง

โลกเจริญก้าวหน้ามาได้อย่างรวดเร็วในระยะหลังนี้ เพราะมนุษย์ได้ศึกษาเข้าใจเรื่องพลังงานมากขึ้น และรู้จักควบคุมปลดปล่อยพลังงานที่สะสมอยู่ในสิ่งต่างๆ ให้เกิดประโยชน์ พลังงานที่สำคัญอย่างหนึ่งคือพลังงานความร้อน ซึ่งเรานำมาหุงต้มอาหาร ขับเคลื่อนเครื่องจักรต่างๆ และเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นๆ

พลังงานความร้อนส่วนใหญ่ได้มาจากการลุกไหม้ของเชื้อเพลิง เมื่อเชื้อเพลิงติดไฟลุกไหม้ มันจะสามารถให้พลังงานความร้อนที่มันสะสมไว้ และเราเอาพลังงานความร้อนไปใช้ประโยชน์ต่างๆ ได้ดังกล่าวนั้นแล้ว เชื้อเพลิงที่ใช้กันมากก็มีฟืน ถ่านไม้ ถ่านหิน น้ำมันเชื้อเพลิงต่างๆ สิ่งเหล่านี้มีประโยชน์และจำเป็นแก่เรามาก

ในหน่วยนี้เราจะได้ทราบถึงเชื้อเพลิงต่างๆ การลุกไหม้ของเชื้อเพลิง และสารที่เกิดจากการลุกไหม้ของเชื้อเพลิง จะได้มองเห็นความสำคัญของเชื้อเพลิงให้มากยิ่งขึ้น และช่วยกันสงวนรักษาเชื้อเพลิงให้มิใช่ว่าขาดแคลน

เชื้อเพลิง

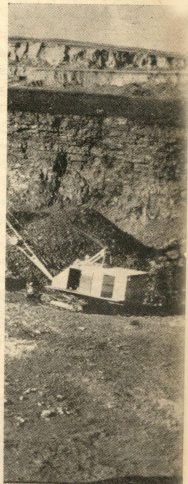
เชื้อเพลิง (Fuels) ได้แก่สารที่ทำปฏิกิริยาเคมีรวมตัวกับก๊าซออกซิเจนได้ง่าย และให้ความร้อนสูงพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในบ้านและอุตสาหกรรมได้ เชื้อเพลิงที่จะกล่าวถึงในบทนี้มีฟืน ถ่านไม้ ถ่านหิน ก๊าซถ่านหิน น้ำมัน เชื้อเพลิง และก๊าซเชื้อเพลิง

๑. ฟืนและถ่านไม้

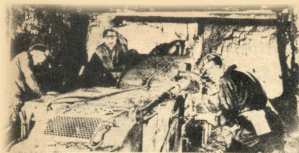
ฟืนและ ถ่านไม้ เป็น เชื้อเพลิง ที่ใช้กัน มากใน ประเทศเรา เนื่องจากฟืนและถ่านไม้ให้ความร้อนต่ำกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ จึงเหมาะสำหรับใช้ในการหุงต้มอาหาร หรือใช้ต้มน้ำให้เกิดไอน้ำเพื่อออกแรงขับเคลื่อนกลจักรไอน้ำ ในกิจการซึ่งต้องการความร้อนมากๆ เขามักใช้ถ่านหิน

๒. ถ่านหิน

ถ่านหินเกิดมาเป็นเวลานานนับล้านปีแล้ว ในสมัยดึกดำบรรพ์มีต้นไม้โตๆ ขึ้นปกคลุมโลกอยู่หนาแน่น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นบนโลก ต้นไม้เหล่านี้ล้มตายและถูกโคลนและทรายทับถม ไม่ได้เน่าเปื่อยผุพังอย่างกิ่งไม้ใบไม้ที่เราเห็น ร่วงหล่นอยู่ในปัจจุบันนี้ ต้นไม้ที่ถูกทับถมได้รับแรงดันสูง และในขณะเดียวกันก็ถูกความร้อนภายในโลกอบ จึงค่อยๆ เปลี่ยนไปจนกระทั่งกลายเป็นถ่านหินในที่สุด ถ่านหินยังมีอายุนาน ก็ยังมีคาร์บอนบริสุทธิ์ ให้ความร้อนสูง และจัดเป็นถ่านหินชั้นดี ถ้ามีอายุไม่นานนักก็จะมีก๊าซต่างๆ เจือปนอยู่มาก เวลาถูกไหม้ จะมีควันมากและให้ความร้อนต่ำ เขาจึงแบ่งถ่านหินตามอายุของมันออกเป็นชนิดต่างๆ ดังต่อไปนี้



บ่อลิกไนต์เหมืองเปิด



เหมืองถ่านหินไคติน

(1) ลิกไนต์ (Lignite)

เป็นถ่านหินสีน้ำตาลแก่ มีคาร์บอนประมาณ 70 % เนื่องจากให้ความร้อนต่ำกว่าถ่านหินชนิดอื่นๆ เราจึงมักจะไม่ใช้เป็นเชื้อเพลิงมากนัก แต่ใช้สำหรับถ่านหินทำน้ำมันเบนซินเทียม ในประเทศไทยเรามีแต่เฉพาะถ่านหินลิกไนต์ เราจึงใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้า แหล่งถ่านหินที่

สำคัญพบในประเทศไทยมีที่แม่เมาะ จังหวัดลำปาง บ้านปูล่า จังหวัดกระบี่ และเขื่อนซา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปัจจุบันที่เราขุดขึ้นมาใช้แล้วก็มีที่แม่เมาะ และกำลังขยายกิจการเพื่อจะใช้ประโยชน์จากถ่านลิกไนต์ให้มากยิ่งขึ้น

(2) บิทูมินัส (Bituminous) เป็นถ่านหินที่มีความสำคัญมาก เราใช้ถ่านหินบิทูมินัสเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนและพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ทั่วไป บิทูมินัสมีคาร์บอนอยู่ประมาณ 80 % เมื่อเอาถ่านหินชนิดนี้มาถลุง จะได้ก๊าซ และน้ำมันถ่านหิน (Coal tar) ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมเคมีมาก ที่แหล่งเขื่อนซามมีถ่านหินชนิดนี้ปนอยู่กับถ่านหินลิกไนต์เล็กน้อย

(3) แอนทราไซต์ (Anthracite) เป็นถ่านหินที่แข็งมาก และมีอายุยาวนานมากที่สุด มีคาร์บอนอยู่ถึง 90 % เวลาถูกไฟจึงให้ความร้อนสูง และไม่มีเขม่าและควันเท่าไรนัก เราจึงนิยมใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหุงต้มและให้ความอบอุ่นในบ้าน

ถ่านหินที่อยู่ใต้ผิวโลกมักอยู่เป็นชั้นหนาตั้งแต่ 1 ฟุต ถึง 50 ฟุต ถ้าชั้นของถ่านหินอยู่ไม่ลึกจากผิวโลก เช่นที่แม่เมาะ เราจะใช้เครื่องจักรตักผิวดินที่ทับถมอยู่ออกไปเสียก่อน แล้วใช้ดินระเบิดระเบิดชั้นของถ่านหินให้หักพังแตกเป็นก้อน ก่อนที่จะลำเลียงไปใช้

ถ่านหินส่วนมากมักอยู่ใต้ผิวโลกลงไปลึก เราจึงต้องขุดเป็นอุโมงค์ลงไป และต้องตั้งเสาตั้งคานก้ำกันพื้นดินข้างบนถล่ม เมื่อเจาะเข้าไปถึงชั้นถ่านหินแล้ว เราใช้เครื่องจักรตัดชั้นของถ่านหินและใช้ดินระเบิด ระเบิดให้ถ่านหินแตกเป็นก้อนแล้วใช้เครื่องลำเลียงถ่านหินออกมาจากอุโมงค์หรือเหมืองถ่านหิน การขุดถ่านหินต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ เช่นต้องระวังไม่ให้ก๊าซในบ่อถ่านหินร้อนจัด เพราะอาจเกิดการระเบิดเป็นอันตรายแก่ชีวิตกรรมกรขุดถ่านหินและทรัพย์สินได้มาก

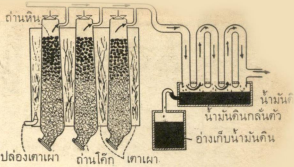
๓. ก๊าซถ่านหิน (Coal gas)

ถ้าเผาถ่านหินในที่ที่ไม่มีอากาศ จะได้ยางมะตอย แอมโมเนียและก๊าซออกมา ก๊าซนี้คือก๊าซถ่านหิน กากถ่านหินแข็งซึ่งเหลืออยู่ในเตาเผา เรียกว่าถ่านโค้ก (Coke) ถ่านโค้กให้ความร้อนมาก ติดไฟลุกแดงเหมือนถ่านไม้ ไม่มีควันและไม่มีเปลวไฟ เราใช้สำหรับถลุงเหล็ก

ก๊าซถ่านหินเป็นของผสมของก๊าซหลายชนิด ที่สำคัญมีไฮโดรเจน มีเทน และคาร์บอนโมนอกไซด์ ก๊าซคาร์บอนโมนอกไซด์เป็นก๊าซพิษ ดังนั้นเวลา

ใช้ก๊าซถ่านหิน เขาจึงต้องระวัง
ไม่ให้ท่อก๊าซรั่ว ผู้ที่หายใจเอาก๊าซ
ถ่านหินเข้าไปจะถึงแก่ความตาย

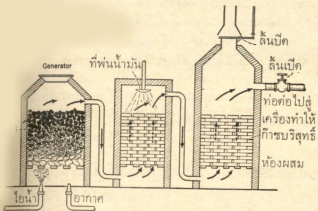
ก๊าซถ่านหินนี้ในประเทศที่มี ปล่องเตาเผา
ถ่านหินมาก ๆ เขาใช้เป็นเชื้อเพลิง



การกลั่นน้ำมันจากถ่านหิน

หุงต้ม และ ให้ แสงสว่าง
เช่นในประเทศอังกฤษเป็น
ต้น

ก๊าซที่ทำจากถ่านหินยังมี
อีกสองชนิด คือ โปรดิวเซอร์ก๊าซ
(Producer Gas) และวอเตอร์
ก๊าซ (Water Gas) ชนิดแรก
ทำโดยเผาถ่านหินอย่างเร็วในที่ที่มี
อากาศจำกัด ชนิดที่สองทำโดย
ผ่านไอน้ำ ไปเหนือถ่านโค้กซึ่งติด
ไฟคุแฉง ก๊าซชนิดหลังนี้ให้ความ
ร้อนแรง และนิยมใช้กันกว่าชนิด



การทำก๊าซถ่านหิน

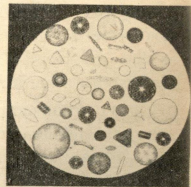
แรกและก๊าซถ่านหิน เพราะมีคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรเจนผสมอยู่มาก

๔. น้ำมัน (Oil)

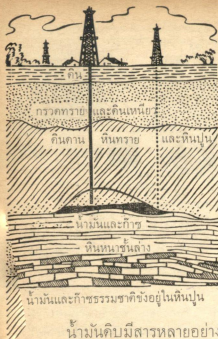
น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติซึ่งเราเรียกว่า **น้ำมันดิบ**

(Crude oil) หรือ น้ำมันปิโตรเลียม (Petroleum)
น้ำมันดิบ ที่เกิดตาม ธรรมชาติ นี้มี ประโยชน์ มาก
เขาเอามากลั่นเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ เช่น
น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด และน้ำมันหล่อลื่น
สำหรับเครื่องจักร ขับเคลื่อน รถยนต์ รถไฟ
และเครื่องบิน แม้กระทั่งยางมะคอยสำหรับทำ
ผิวถนนก็ได้มาจากน้ำมันดิบ

น้ำมันดิบเกิดจากสัตว์และพืชน้ำเล็กๆซึ่งมีน้ำมัน เช่น
พืชเซลล์เดียว ชื่อว่า ไดอะตอม (Diatom) ไดอะตอมมีอยู่
ทั้งในน้ำจืดและน้ำทะเล เมื่อดำเนินจะจมอยู่ก้นทะเลและถูก



ไดอะตอม (ขยายประมาณ 100 เท่า)
คือพืชเล็กๆ ซึ่งเกิดในน้ำจืดและน้ำเค็ม
และเชื่อกันว่า ทำให้เกิดน้ำมัน



โคลนเลนหินชั้นทับถมอยู่เป็นเวลานาน เป็นเหตุให้เกิดน้ำมันดิบขึ้น เมื่อเกิดการเคลื่อนที่ของชั้นหินภายในโลก น้ำมันจะไหลไปรวมกันอยู่ และถูกดันให้ขยับขึ้นมาอยู่สูงใกล้ผิวโลก

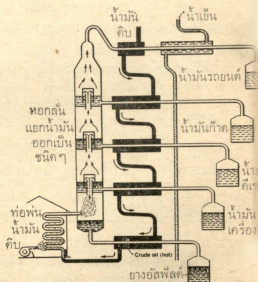
การสำรวจน้ำมันต้องเสียเวลา และสิ้นเปลืองเงินทองมาก ส่วนมากสำรวจดูลักษณะของหิน และสังเกตดูการสะท้อนของเสียงเนื่องจากชั้นของหิน ก็พอจะบอกได้ว่า ที่แห่งใดน่าจะมีน้ำมันบ้าง แต่ก็ไม่สามารถบอกได้แน่นอนว่า มีน้ำมันอยู่จริงหรือไม่ การสำรวจน้ำมันนั้นเขาทำกันเป็นเรื่องใหญ่โตมาก เมื่อสำรวจทราบว่ ที่แห่งใดน่าจะมีน้ำมันแล้วเขาตั้งโครงสร้างเหล็กขึ้นสำหรับยึดเครื่องขุด ในขณะที่ขุดก็ต้องคอยดูดินที่ขุดขึ้นมาว่า มีน้ำมันแท้หรือไม่ เมื่อขุดไปถึงแหล่งน้ำมัน น้ำมันดิบซึ่งถูกอัดอยู่ด้วยความดันภายในมักจะไหลพุ่งขึ้นมาบนผิวโลกทันที

น้ำมันดิบมีสารหลายอย่างผสมกันอยู่ เมื่อนำมากลั่นแยกออกเป็นส่วนๆ ก็จะได้สารสำคัญๆ ดังต่อไปนี้

(1) น้ำมันเบนซิน เป็นของเหลว มีจุดเดือดระหว่าง 35° — 220° ซ. มีประโยชน์ใช้เป็นเชื้อเพลิงรถยนต์และเครื่องบิน ไวไฟและคิกไฟได้ง่าย ให้ความร้อนสูง บางทีเขาเรียกว่าน้ำมันก๊าซโซลีน (Gasoline) หรือเปโตรล (Petrol)

(2) น้ำมันก๊าด (Kerosene) เป็นของเหลว มีจุดเดือดระหว่าง 200° ซ.— 300° ซ. ใช้สำหรับเป็นน้ำมันตะเกียง ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหุงต้ม และเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องบินไอพ่น

(3) น้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Oil) และ น้ำมันดีเซล (Diesel Oil) น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นของเหลว มีจุดเดือดไม่ต่ำกว่า 275° ซ. ใช้เป็นเชื้อเพลิง



แผนภาพเครื่องกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง

สำหรับ เตาหลอม
และ ถลุง โลหะ
และ น้ำมันที่เซลใช้
สำหรับ เครื่อง กล-
จักรที่เซล

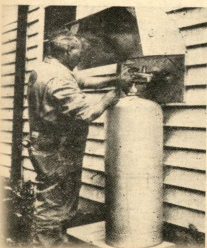
(4) น้ำมัน
หล่อลื่น (Lubri-
cating Oil) เป็น
ของเหลวค่อนข้าง

ข้น มีจุดเดือดประมาณ 350° ซ. ใช้สำหรับหล่อลื่นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักร
เครื่องกลไม่ให้เสียดสีกันมากจนร้อนจัด

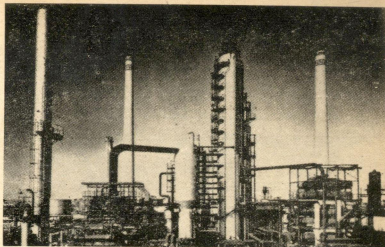
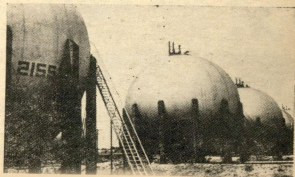
(5) น้ำมันวาสลีนและขี้ผึ้งพาราฟิน ใช้ทำขี้ผึ้งผสมยาทาและทำ
เทียนไข

(6) ยางมะตอยและน้ำมันดิน เป็นกากที่ได้จากการกลั่น ใช้ในการ
สร้างถนน

ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)



ก๊าซธรรมชาติเป็นก๊าซที่มักเกิดใน
บ่อน้ำมัน และถูกกักขังอยู่เหนือน้ำมัน
ดิบ ก๊าซธรรมชาตินี้เองที่ดันให้น้ำมันพุ่ง



โรงกลั่นน้ำมัน

ขึ้นมาสู่ผิวโลกได้ บางครั้งก็มีบ่อก๊าซซึ่งไม่มีน้ำมันอยู่ด้วย การขุดหาก๊าซธรรมชาติก็มีความยากลำบากเหมือนการขุดหาน้ำมัน

ก๊าซธรรมชาติมีส่วนผสมเป็นก๊าซมีเทน อีเทน และสารประกอบของไฮโดรเจนและคาร์บอนอื่นๆ เวลาติดไฟมีเปลวไฟสีเขียวและมีควันน้อยมาก ให้ความร้อนได้ดีกว่าก๊าซเชื้อเพลิงอื่นๆ เขาใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มอาหาร นอกจากนั้นแผ่นเสียง ปากกาหมึกซึม สีทา หมึกพิมพ์ และสิ่งอื่นๆ อีกมาก ก็ทำจากเขม่าของก๊าซธรรมชาติ

แบบฝึกหัดบทที่ 14

- จงเติมข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้
 - ถ่านหินเกิดจาก..... ถูกทับถมอยู่ใต้พื้นโลกเป็นเวลานาน..... ปี
 - ถ่านหินมีสามชนิดคือ..... ถ่านหินที่พบในประเทศเราเป็นถ่านหินชนิด.....
 - ก๊าซถ่านหินเกิดจากการเผาถ่านหินในที่.....
 - น้ำมันเกิดจากพืชและสัตว์ทะเลเล็กๆ เรียกว่า.....
 - น้ำมันที่ใช้กับเครื่องบินไอพ่นคือ..... และน้ำมันที่ใช้กับเครื่องกลจักรดีเซลคือ.....
- เมื่อเอาน้ำมันดินมากลั่นจะได้อะไรบ้าง
- ถ่านโค้กคืออะไร ทำจากอะไร และมีประโยชน์อย่างไร
- เชื้อเพลิงที่สำคัญมีอะไรบ้าง และก๊าซธรรมชาติมีส่วนประกอบที่สำคัญอะไรบ้าง

บทที่ 15

ไฟและการสันดาป

เราอาจกล่าวได้ว่าที่โลกเจริญก้าวหน้าจนเป็นอย่างปัจจุบันนี้ เพราะมนุษย์รู้จักและควบคุมไฟ เดิมทีเดียวก็ไม่เข้าใจว่าไฟคืออะไร จึงนับถือเกรงกลัวไฟถึงกับทำพิธีบวงสรวงเส้นไหว แต่ต่อมาเมื่อประมาณ 300 ปีมานี้เอง ลาวัวซิเอร์ (Lavoisier) นักวิทยาศาสตร์ฝรั่งเศสได้ทดลองเกี่ยวกับไฟ และพบหลักเกณฑ์สำคัญทางวิทยาศาสตร์ว่า ไฟเกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารติดไฟกับออกซิเจนในอากาศ

นักวิทยาศาสตร์สมัยโบราณ เช่น อริสโตเติล เชื่อว่าไฟเป็นธาตุแก๊สอย่างหนึ่งในบรรดาธาตุแท้ทั้ง 4 คือ ดิน น้ำ ลม ไฟ ซึ่งประกอบกันเข้าเป็นโลก นักเล่นแร่แปรธาตุหรือนักกระแสนเวทย์ได้พยายามใช้ไฟเผาสารเป็นเวลานานๆ นับเป็นสัปดาห์หรือเป็นเดือน เพื่อเปลี่ยนสารไม่มีราคา เช่น พยายามเผาตะกั่วเพื่อให้กลายเป็นทองเป็นต้น แต่ก็ไม่ได้เกิดผลประการใด

๑. ทฤษฎีฟอสฟอรัส

แม้ว่าการเปลี่ยนสารไม่มีราคาให้เป็นสารมีราคาโดยไฟจะไม่เกิดผลสำเร็จ แต่มันก็มีประโยชน์อย่างหนึ่ง คือ ทำให้มีผู้สนใจว่า การลุกไหม้ หรือ การสันดาป (Combustion) ของสารต่างๆ เกิดขึ้นได้อย่างไร จึงได้มีผู้เสนอทฤษฎีฟอสฟอรัสขึ้นมาว่า สารที่ติดไฟเช่นเชื้อเพลิงมีฟอสฟอรัสผสมอยู่ด้วย เมื่อเอาเชื้อเพลิงเผาแล้ว เชื้อเพลิงจะถ่ายฟอสฟอรัสให้แก่แร่ และแร่ร่วมกับฟอสฟอรัสจะกลายเป็นโลหะ

แร่ + ฟอสฟอรัส (จากเชื้อเพลิง) $\longrightarrow$ โลหะ

ไม่มีใครทราบว่า ฟอสฟอรัสคืออะไร แต่เชื่อกันว่า ฟอสฟอรัสมีอยู่มากในเชื้อเพลิง ถ่านไม้ และกำมะถัน และเมื่อเผาโลหะ ฟอสฟอรัสจะหนีหายไป และโลหะจะเปลี่ยนกลับไปเป็นแร่อีกครั้งนั้น ตามทฤษฎีฟอสฟอรัส “แร่” ควรจะเบากว่าโลหะ แต่ตามความเป็นจริงปรากฏว่า “แร่” กลับหนักกว่าโลหะ ทฤษฎีฟอสฟอรัสก็ไม่สามารถอธิบายได้ว่าเป็นเพราะเหตุไร ผู้คนจึงเสื่อมความเชื่อถือ

๒. ทฤษฎีการสันดาปของลาวัวซีเยร์

ลาวัวซีเยร์เชื่อว่า การลุกไหม้หรือสันดาปของสิ่งต่างๆ ต้องเกี่ยวข้องกับอากาศด้วย โดยสารที่ลุกไหม้จะรวมตัวกับก๊าซบางชนิดในอากาศ เขาได้ทำการทดลองพิสูจน์ความเชื่อของเขา โดยเอาปรอทใส่ในรีทอร์ต (Retort)

(ภาชนะแก้วซึ่งมีกอยาวงอโค้ง) และเอาปลายของ รีทอร์ต ผ่านปรอทในอ่างไปใส่ในครอบแก้ว เนื้อปรอทในครอบแก้วมีอากาศอยู่ภายใน

ลาวัวซีเยร์ตีบปรอทในภาชนะ และสังเกตเห็นว่า ผิวของปรอทในภาชนะมีสีแดง และในขณะที่ระดับของปรอทในครอบแก้วสูงขึ้น หลังจากตีบปรอทอยู่เป็นเวลาถึง 12 วันก็พบว่าระดับปรอทในครอบแก้ว ไม่สูงขึ้นอีกต่อไปอีกแล้ว ลาวัวซีเยร์สังเกตเห็นว่า อากาศในครอบแก้วหายไปประมาณหนึ่งในห้าโดยปริมาตร

ลาวัวซีเยร์สรุปผลการ ทดลองของเขาว่า ปรอทในภาชนะที่เขาตีบ “ไหม้” เพราะมันรวมตัวกับก๊าซที่อยู่ในอากาศ ถ้าเขาให้ชื่อว่า ก๊าซ

ลาวัวซีเยร์



ออกซิเจน เมื่อปรอทรวมตัวกับออกซิเจนจะเกิดเป็นสารสีแดง คือปรอทออกไซด์

ปรอท + ออกซิเจน $\longrightarrow$ ปรอทออกไซด์

ถ้าวัชเอร์เชื่อว่าออกซิเจนเป็นธาตุที่จำเป็นในการสันดาป เขายังได้ทดลองต่อไปอีกว่า ถ้าเผาปรอทออกไซด์ให้ร้อน มันก็แยกออกมาเป็นปรอทและออกซิเจนอีก และปริมาตรของออกซิเจนที่เกิดขึ้นนี้จะเท่ากับปริมาตรของออกซิเจนที่หายไปจากอากาศในการทดลองที่กล่าวมาข้างต้น

ปรอทออกไซด์ $\longrightarrow$ ปรอท + ออกซิเจน

ทฤษฎีการสันดาปของลาวัวซิเอร์สามารถชี้ให้เห็นว่า เพราะเหตุไรเมื่อเผาโลหะปรอทจึงได้ปรอทออกไซด์ (ซึ่งเรียกว่า “แร่” ตามทฤษฎีไฟโลจิสตัน) มีน้ำหนักมากกว่าโลหะปรอท

ลาวัวซิเอร์ได้ศึกษาถึงสมบัติของก๊าซออกซิเจนและพบว่า ก๊าซนี้ช่วยให้ไฟติด ก็ช่วยในการลุกไหม้ เทียนไขจะติดไฟในก๊าซออกซิเจนบริสุทธิ์ดีกว่าในอากาศหลายเท่า ทฤษฎีการสันดาปของลาวัวซิเอร์ เป็นทฤษฎีที่เราเชื่อถือกันอยู่ทุกวันนี้

๓. จุดชนวน

สิ่งใดก็ตามจะลุกไหม้ได้จะต้องมีก๊าซออกซิเจนเข้าไปรวมด้วย เช่น

คาร์บอน + ออกซิเจน $\longrightarrow$ คาร์บอนไดออกไซด์

และ ไฮโดรเจน + ออกซิเจน $\longrightarrow$ น้ำ (ไฮโดรเจนออกไซด์)

ในอากาศมีก๊าซออกซิเจนอยู่เสมอ แต่โดยปกติไม่รวมกับเชื้อเพลิง

ต่างๆ เกิดการลุกไหม้ขึ้นง่าย ๆ เชื้อเพลิงจะเกิดการสันดาปขึ้นได้ จะต้องร้อนจนกระทั่งถึงขีดหนึ่งแล้วจึงเริ่มรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศ เกิดการลุก

ไหม้ขึ้น อุณหภูมิที่สารเริ่มลุกไหม้เขาเรียกว่าจุดชนวน หรือ จุดติดไฟ (Ignition Temperature) สารบางอย่างมีจุดชนวนต่ำติดไฟได้ง่าย เช่น ฟอสฟอรัส น้ำมัน เบนซิน และอีเทอร์ สารบางอย่างก็มีจุดชนวนสูงมากจนเราไม่เคยพบว่ามันติดไฟในชีวิตประจำวัน

๔. สารทนไฟ (Fire-proof Materials)

สารทนไฟได้แก่สารที่ติดไฟลุกไหม้ได้ยาก

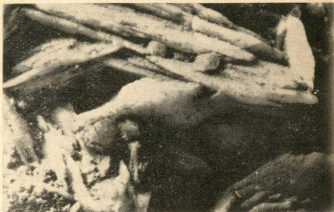
ใช้สารทนไฟก่อสร้างอาคารบ้านเรือนและโรงงาน เป็นกั้วป้องกันอันตรายจากเพลิงไหม้ สารทนไฟที่ควรรู้จัก มีดังต่อไปนี้

(1) คอนกรีต (Concrete) ทำขึ้นจากทราย ซีเมนต์ และหินก้อนเล็กๆ หรืออิฐหัก หรือ กรวดผสมกัน ส่วนผสมของคอนกรีตมีซีเมนต์ 1 ส่วน ทราย 3 ส่วน และหินก้อนเล็กประมาณ 4—6 ส่วน คอนกรีตทนทานต่อแรงดึงหรือแรงดันมากๆ ไม่ค่อยได้ ดังนั้นเขาจึงนิยมใช้ คอนกรีตเสริมเหล็ก คือเทคอนกรีตหุ้มเหล็กเส้น เพราะทนทานแข็งแรงกว่าคอนกรีตธรรมดา คอนกรีตเสริมเหล็กใช้ในการก่อสร้างตึก ทำถนนและสะพานกันมาก

คอนกรีตที่ทนไฟได้ดีต้องมีอัตราส่วนผสมของซีเมนต์พอเหมาะ หินที่ใช้ผสมควรจะเป็นชนิดเบาและมีรูพรุน เพราะจะทำให้คอนกรีตทนความร้อนได้

(2) อิฐ (Brick)

อิฐเป็นดินเหนียวที่เขาเอามาปั้นเป็นแท่งสี่เหลี่ยมแล้วตากก่อนจะนำไปเผาในเตาเผาอิฐเพื่อทำให้ดินเหนียวแห้ง ในการทำอิฐทนไฟ เขาจะนำเอาอิฐดิบไปเข้าเตาอบซึ่งมีอุณหภูมิสูงประมาณ 200°C . เมื่อแห้งได้ที่แล้วจึงนำไปเผา



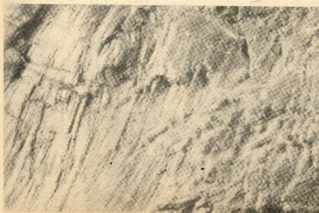
กัลเซียมซัลเฟต (CaSO_4) ชนิดไม่มันน้ำหลัก

ในเตาเผาอิฐซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 1400°C . อิฐทนไฟชนิดที่ ๑ แม้อุณหภูมิสูงถึง 2000°C . มันก็จะไม่ติดไฟ

(3) ยิปซัม (Gypsum) เป็นสารประกอบกัลเซียมซัลเฟตอย่างหนึ่ง ใช้สำหรับทำปูนปลาสเตอร์ โดยผสมกับน้ำ $2\frac{1}{2}$ ส่วน และหินปูนอีกเล็กน้อย

ไยหินเป็นแร่จำพวกหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วย Hydrated magnesium silicate เกิดเป็นเส้นใยแบบต่างๆ ลักษณะเป็นเส้นยาวๆละเอียด

เมื่อแห้งก็จะได้ปูนปลาสเตอร์ที่แข็งแรง และทนไฟมาก ปูนปลาสเตอร์ใช้ฉาบกำแพงเพื่อให้เหมาะสำหรับทาสี



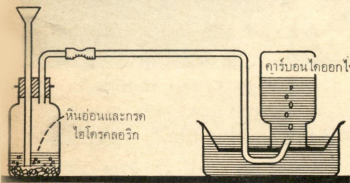
(4) แอสเบสตอส (Asbestos) เป็นแร่ที่มีอยู่ในหิน มีลักษณะเป็นเส้นหรือใยเล็กๆ อัดกันแน่น ถ้าแยกออกจากกัน เป็น

เส้นๆ ก็จะเป็นปุ๋ยเบามาก แอสเบสตอสทนไฟได้ดีมาก และใช้ประโยชน์ได้หลายด้านด้วยกัน เช่นเอามาทำเป็นเสื้อผ้าของพนักงานดับเพลิง หุ้มห้ามล้อเครื่องยนต์ ใช้เป็นวัสดุห่อของ ป้องกันความร้อน ผสมกับซีเมนต์ ทำกระเบื้องมุงหลังคา ทำท่อน้ำประปา ท่อก๊าซ ท่อน้ำกรดต่างๆ เพราะทนทานต่อการกัดของน้ำกรดได้ดี

นอกจากที่กล่าวถึงแล้ว นักวิทยาศาสตร์ยังประดิษฐ์สารทนไฟอื่นๆ อีกหลายอย่าง แม้แต่สีทาบางชนิดก็สามารถทนไฟได้ดี

๕. คาร์บอนไดออกไซด์

เมื่อเชื้อเพลิงลุกไหม้หรือเกิดการสันดาป จะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



การเตรียมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

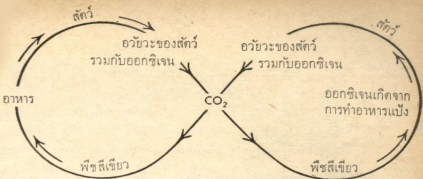
เกิดขึ้นเสมอ การสันดาปของเชื้อเพลิง จึงเพิ่ม คาร์บอนไดออกไซด์ ให้แก่อากาศอยู่ตลอดเวลา การหายใจของสิ่งมีชีวิตก็มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น และออกมาสู่อากาศตามลมหายใจออก ที่จริงการหายใจก็เป็นการสัน-

ดาปอย่างหนึ่ง แต่เป็นการสันดาปอย่างช้าๆ ไม่ถึงกับลุกไหม้เป็นไฟ การหายใจจึงคล้ายคลึงกับการเป็นสนิมของเหล็ก ซึ่งเป็นการสันดาปอย่างช้าๆ เหมือนกัน อาหารที่เรารับประทานเข้าไป เมื่อถูกย่อยเป็นของเหลวแล้วจะซึมผ่านลำไส้เข้าไปในเส้นเลือด และถูกเลือดพาเข้าไปสู่เซลล์ต่างๆ ในร่างกาย เมื่อเราหายใจเอาอากาศเข้าไปสู่ปอด ออกซิเจนจะซึมผ่านเยื่อปอดเข้าไปในเส้นโลหิต และถูกพาไปยังเซลล์ต่างๆ ด้วย มันจะรวมกับอาหารเกิดการสันดาปและมีคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นนี้จะออกจากเซลล์ผ่านไปตามเส้นเลือดซึมเข้าสู่ปอด และถูกส่งออกมาตามลมหายใจออก ถ้าเราลองหายใจออกไปบนน้ำปูนใส จะพบว่าน้ำปูนใสขุ่นทันที แสดงว่าลมหายใจออกมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ด้วย เราอาจเตรียมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ง่ายๆ โดยใช้กรดกัดหินอ่อนดังแสดงในรูป

๖. วัฏจักรคาร์บอนไดออกไซด์

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการลุกไหม้ของเชื้อเพลิง

สัน คาป ของ
อาหารภายในเซลล์
ของสิ่งมีชีวิต จะ
ทำให้อากาศมี
ก๊าซคาร์บอนได-
ออกไซด์เพิ่มขึ้น



วัฏจักรคาร์บอนไดออกไซด์

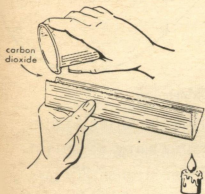
เสมอ แต่ธรรมชาติก็มีการรักษาปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ
ให้มีจำนวนคงเดิม ไม่มากหรือน้อยเกินไป คือ ประมาณ 0.04 % ถ้าในอากาศ
มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 5 % เราจะรู้สึกอึดอัดมาก และถ้ามีถึง 10 %
หนักก็จะตายหมด วิธีการสำคัญที่ธรรมชาติรักษาปริมาณของก๊าซคาร์บอนได
ออกไซด์ในอากาศให้มีจำนวนคงที่เสมอ ได้แก่การละลายในน้ำและการ
สังเคราะห์แสงของพืช

การละลายในน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ละลายในน้ำได้ดี โซดาและน้ำ
อัดลมต่างๆ ก็ทำมาจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเอามันมาละลายในน้ำ เมื่อ
ฝนตก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศจะละลายในน้ำฝน เกิดเป็นกรด
อ่อนๆ เรียกว่ากรดคาร์บอนิก กรดนี้สามารถละลายหินปูนและซอล์กได้ดี เมื่อ
น้ำฝนไหลไปตามพื้นโลกลงสู่แม่น้ำ ลำคลอง ทะเลและมหาสมุทร มันจะ
ละลายเอาหินปูนที่มันผ่านไประลายเป็นสารประกอบคัลเซียมไบคาร์บอเนต

กลัเซียมไบคาร์บอเนตละลายในน้ำได้และถูกน้ำพัดพาไปสู่ทะเลและมหาสมุทร สัตว์น้ำได้
กลัเซียมไบคาร์บอเนตไปสร้างกระดองของมัน เมื่อสัตว์เหล่านี้ตายก็จะจมลงทับถมกันกลายเป็นหิน
ปูนและซอล์ก ถ้าหินปูนและซอล์กนี้ถูกดันให้ไหลขึ้นมาสู่ผิวโลกก็จะถูกความร้อนจากแสงแดดเผา
และคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาสู่อากาศอีก

การสังเคราะห์แสงของพืช เราได้ทราบแล้วว่า พืชที่มีสีเขียวเท่านั้นที่สร้าง
อาหารได้เอง โดยการสังเคราะห์แสง ในเวลากลางวันใบของพืชดูดเอาคาร์บอน-
ไดออกไซด์จากอากาศเข้าไปรวมกับน้ำซึ่งรากดูดจากดินและส่งไปยังใบ โดย
อาศัยแสงแดดและคลอโรฟิลล์ พืชจะเปลี่ยนน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็น
น้ำตาลและออกซิเจน ออกซิเจนที่เกิดขึ้นนี้พืชจะคายออกมาสู่อากาศทางปากใบ

น้ำตาลที่พืชสร้างขึ้นนอกจากจะใช้บำรุงเลี้ยงส่วนต่างๆของพืชแล้ว ยังมีเหลือสำหรับเปลี่ยนเป็นแป้ง ไขมัน และโปรตีนเก็บสะสมไว้ในพืชอีกด้วย



คาร์บอนไดออกไซด์หนักกว่าอากาศ
ไหลลงไปตามร่องกระตาะทำให้ไฟดับ



เมื่อสัตว์กินพืชเป็นอาหาร อาหารก็จะเกิดการสลายตัว
ออกซิเจนภายในเซลล์ เกิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา
ตามลมหายใจออกดังกล่าแล้ว นอกจากนั้นพืชก็ยังหายใจเอา
คาร์บอนไดออกไซด์ออกมาสู่อากาศเสมอด้วย

เราจึงเห็นได้ว่า มีการหมุนเวียนใช้ก๊าซคาร์บอนได
ออกไซด์จากอากาศ และถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์มาสู่อากาศตาม
ธรรมชาติตลอดเวลา จึงเป็นเหตุให้ในอากาศมีจำนวนก๊าซคาร์
บอนไดออกไซด์คงที่อยู่เสมอ เราเรียกการหมุนเวียนของก๊าซคาร์
บอนไดออกไซด์ทำนองนี้ว่า วัฏจักรคาร์บอนไดออกไซด์

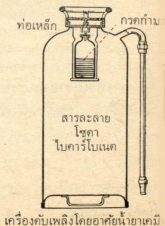
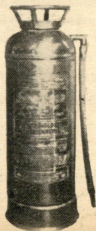
๓. สมบัติของคาร์บอนไดออกไซด์

สมบัติทั่ว ๆ ไปของคาร์บอนไดออกไซด์
ดังนี้คือ

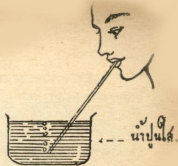
(1) คาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่ปราศจากสีและกลิ่น ถ้ามีอยู่ในห้อง
มาก ๆ เราจะรู้สึกเหม็นอับ สามารถละลายในน้ำได้ดีพอประมาณและกลายเป็นกรดคาร์บอนิก น้ำโซดาที่ใช้ดื่มก็เป็นกรดคาร์บอนิก

(2) คาร์บอนไดออกไซด์หนักกว่าอากาศ

(3) คาร์บอนไดออกไซด์ไม่เอื้อชีวิต ไม่ติดไฟและไม่ช่วยให้ไฟติด
เครื่องดับเพลิงบางชนิดจึงใช้คาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งทำจากปฏิกิริยาเคมีระหว่าง
กรดกำมะถันหรือกรดเกลืออย่างเจือจางกับโซดาไบคาร์บอเนต



(4) คาร์บอนไดออกไซด์ทำปฏิกิริยากับน้ำปูนใส เกิดเป็นตะกอนสีขาว ซึ่งเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตหรือชอล์ก



๔. อัญรูปของคาร์บอน

อัญรูป (Allotropy) ของธาตุ หมายถึงรูปต่างๆ ของธาตุในสถานะเดียวกัน ซึ่งมีสมบัติทางฟิสิกส์แตกต่างกัน

ควรจะได้เข้าใจความหมายของคำว่า อัญรูปเพิ่มเติมอีกเล็กน้อย เราพูดถึงแต่เฉพาะอัญรูปของธาตุเท่านั้น สารประกอบไม่ถือว่าเป็นอัญรูปของธาตุ และอัญรูปหรือรูปต่างๆ ของธาตุต้องอยู่ในสถานะเดียวกันด้วย ก็เป็นของแข็งหรือของเหลวหรือก๊าซด้วยกัน ออกซิเจนเหลวกับออกซิเจนซึ่งเป็นก๊าซ เราไม่ถือว่าเป็นอัญรูป เพราะมันมีสถานะต่างกัน นอกจากนั้นอัญรูปต่างๆ ของธาตุหนึ่ง ๆ ยังมีสมบัติทางฟิสิกส์ไม่เหมือนกันด้วย

คาร์บอนในสถานะเป็นของแข็ง มีอัญรูปอยู่ 3 ชนิดด้วยกันคือ

(1) เพชร (2) กราไฟต์ (3) คาร์บอนอสัณฐาน

(1) เพชร เพชรเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีมากในประเทศสวาฟริกาใต้ มีลักษณะเป็นผลึก รูปปริมาตรพื้นฐานสี่เหลี่ยม 2 รูป ซึ่งมีด้านฐานขนกัน และโปร่งใสต่อแสงสว่าง มีความถ่วงจำเพาะ 3.5 เพชรเป็นสารธรรมชาติที่แข็งที่สุด เขาจึงใช้เพชรสีค่าซึ่งไม่มีราคาและไม่นิยมใช้เป็นเครื่องประดับ ทำเป็นเครื่องมือเจาะหิน ตัดกระจก และใช้ฉากเพชรเจียรไนและขัดเพชร เมื่อเพชรถูกแสงสว่าง มันจะมีแสงเป็นประกายวูบวาบ เพราะเกิดการสะท้อนแสงสว่างขึ้นภายในเนื้อเพชร โดยเหตุนี้เพชรจึงมีราคาแพง

เพชรไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับสารใดๆ โดยง่าย มันไม่ถูกไหม้ในก๊าซออกซิเจน ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 800°C .

(2) กราไฟต์ (Graphite) มีมากตามธรรมชาติในลังกา และไซบีเรีย กราไฟต์ที่เกิดตามธรรมชาติเปลี่ยนไปจากถ่านหินแอนทราไซต์ และเป็นคาร์บอนบริสุทธิ์ แต่เขาสามารถทำกราไฟต์ขึ้นได้ โดยเผาถ่านโค้กหรือแอนทราไซต์กับทรายในเตาไฟฟ้า

กราไฟต์เป็นของแข็งสีดำมีผิวเรียบมัน มีความถ่วงจำเพาะ 2.5 ตกผลึกเป็นเกล็ดรูปหกเหลี่ยม

กราไฟต์สามารถนำไฟฟ้าได้ มันถูกไหม้ที่อุณหภูมิสูงมาก เขาจึงใช้กราไฟต์สำหรับทำเตาหลอมโลหะหลายชนิด กราไฟต์เมื่อทำเป็นผงผสมกับดินเหนียวเอามาปั้นทำให้ดินสอใช้ได้ นอกจากนั้นเขาใช้กราไฟต์เป็นขั้วหรืออิเล็กโทรดในเซลล์ไฟฟ้าและในเตาหลอมไฟฟ้า ประโยชน์อีกอย่างหนึ่งของกราไฟต์ก็คือใช้ในปฏิกรณ์นิวเคลียร์

(3) คาร์บอนอสัณฐาน (Amorphous Carbon) คาร์บอนอสัณฐานไม่มีรูปร่างแน่นอนเหมือนเพชรและกราไฟต์ซึ่งเป็นผลึก คาร์บอนอสัณฐานมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น ถ่านจากกระดูกสัตว์ ถ่านไม้ ถ่านโค้ก และเขม่า สิ่งเหล่านี้มีประโยชน์แก่เรามาก เป็นต้นว่า เราใช้ถ่านจากกระดูกสัตว์ฟอกสีน้ำเชื่อม ผลิตภัณฑ์ฟอสฟอรัส ใช้ถ่านไม้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มอาหาร ใช้ดูดก๊าซในหน้ากากป้องกันก๊าซพิษ ทำเป็นขั้วหลอดก๊าซในกระเพาะอาหาร กรองสารมีสีออกจากสารละลาย ใช้ถ่านโค้กเป็นเชื้อเพลิงและใช้ในการถลุงโลหะ เขม่าก็มีประโยชน์ใช้ทำหมึกพิมพ์ ทำปุ๋ยและยาฆ่าแมลง เป็นต้น

แบบฝึกหัดบทที่ 15

1. จงเติมข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

- ก. ไฟเกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างและ.....
- ข. การถูกไหม้มีชื่อตามภาษาวិทยาศาสตร์ว่า
- ค. จุดชวาลคือ.....
- ง. สารทนไฟมีจุดชวาล.....
- จ. เมื่อเกิดการสันดาปของเชื้อเพลิง จะเกิดก๊าซ.....ขึ้นเสมอ
- ฉ. เราหายใจเอาอากาศเข้าไปเพื่อให้.....สันดาปกับ.....ภายในร่างกาย
- ช. ในอากาศมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.....คือประมาณ.....%
- ซ. เมื่อผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปใน..... จะเกิดตะกอนสีขาว

2. จงอธิบายทฤษฎีไฟลจิสตัน
3. ลาวัวซิเยร์ทดลองเผาปรอทได้ผลอย่างไร
4. ทฤษฎีการสันดาปของลาวัวซิเยร์มีว่าอย่างไร
5. จุดชวาลคืออะไร
6. สารทนไฟคืออะไร มีอะไรบ้าง
7. จงอธิบายถึงคอนกรีต อิฐ ปูนปลาสเตอร์ และแอสเบสตอส
8. การหายใจช่วยให้มีการสันดาปภายในร่างกายอย่างไร
9. วัฏจักรคาร์บอนไดออกไซด์คืออะไร จงยกตัวอย่าง
10. คาร์บอนไดออกไซด์มีสมบัติอะไรบ้าง
11. อันตรูปของธาตุคืออะไร อันตรูปของคาร์บอนมีอะไรบ้าง
12. จงอธิบายถึงสมบัติและประโยชน์ของเพชร
13. จงบอกสมบัติและประโยชน์ของกราไฟต์
14. จงบอกชนิดและประโยชน์ของคาร์บอนอสัณฐาน

หน่วยที่ 6

ความร้อนในชีวิตประจำวัน

ความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่ง ซึ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของพวกเรา ความร้อนภายในร่างกายของเราซึ่งเกิดขึ้นทุกขณะจากการสันดาปของอาหารกับออกซิเจน ทำให้เราอบอุ่นและมีอุณหภูมิคงตัวสม่ำเสมอ และตามปกติสูงกว่าสิ่งแวดล้อม และทำให้เราสามารถเคลื่อนไหวสามารถประกอบกิจการงานต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ คนเราจัดอยู่ในสัตว์จำพวกเลือดอุ่นก็เพราะภายในร่างกายของเรามีความร้อน

นอกจากความร้อนภายใน ความร้อนภายนอก ก็มีความจำเป็นต่อชีวิตประจำวันของเราน้อยไม่ คนเราใช้ความร้อนให้ความอบอุ่นเมื่ออากาศหนาว หุงต้มประกอบอาหารเพื่อให้มีรสดีและเหมาะสำหรับการย่อย ให้พลังงานแก่เครื่องกลจักรเพื่อการลำเลียงขนส่ง และถลุงโลหะเพื่อนำไปผลิตเครื่องใช้อุปกรณ์เครื่องจักรกลและเครื่องมือเพื่อยต่าง ๆ สำหรับการดำรงชีวิต ยิ่งกว่านั้นความร้อนยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติต่าง ๆ เช่น การเกิดลม ฝน กระแสน้ำในมหาสมุทร การเกิดดินและภูเขาไฟระเบิดอีกด้วย

แม้ว่าความร้อนจะมีประโยชน์แก่เรานานาประการ แต่บางครั้งก็ทำความเสียหายให้แก่ทรัพย์สินและชีวิตอย่างมากตามมหาศาล ดังนั้นปัญหาสำคัญที่จะเอาประโยชน์จากความร้อนก็คือ จะต้องรู้วิธีทำให้เกิด ความอบอุ่น และบังคับ ความร้อนให้ทำงาน ทำประโยชน์ให้แก่เราในเมื่อต้องการ ปัญหาสำคัญยิ่งอีกอย่างหนึ่งในปัจจุบัน ก็คือ การรู้จักมรณธิด ใช้ความร้อนและป้องกันการใช้พลังงานเสีย ความร้อนไปโดยไม่จำเป็น เพื่อให้เกิดผลดังกล่าว นักวิทยาศาสตร์ต้องศึกษาค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับความร้อนว่า ความร้อนทำให้เกิดผลและมีสมบัติอย่างไร กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิขนาดและสถานะของสาร การเปลี่ยนแปลงไปเป็นพลังงานรูปอื่น เช่น พลังงานกล ไฟฟ้า เคมี นอกจากนี้ ความร้อนยังสามารถเคลื่อนย้ายส่งผ่านจากแห่งหนึ่งไปสู่อีกแห่งหนึ่งได้ด้วย ดังที่ได้เคยเรียนมาแล้ว และจะได้กล่าวถึงต่อไปในหน่วยนี้

ธรรมชาติ แหล่งกำเนิดและการขยายตัวเนื่องจากความร้อน

ธรรมชาติของความร้อน

เมื่อทำให้สารร้อนขึ้น โมเลกุลของสารนั้นจะสั่นหรือเคลื่อนที่เร็วขึ้น สารร้อนมาก โมเลกุลก็ยังเคลื่อนที่เร็วมาก ถ้าสารไม่มีความร้อนเลย โมเลกุลทั้งนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงกล่าวว่า ความร้อนเป็นพลังงานเกี่ยวกับการเคลื่อนที่หรือพลังงานจลน์รูปหนึ่ง สามารถทำงานได้ อาจเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานรูปอื่น และพลังงานรูปอื่นก็กลายเป็นพลังงานความร้อนได้

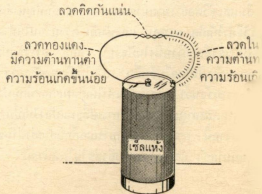
๒. แหล่งกำเนิดความร้อน

แหล่งกำเนิดความร้อนที่สำคัญ ที่ให้ประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมแก่เรามากที่สุดก็คือดวงอาทิตย์ สัตว์และพืชมีชีวิตอยู่ได้ก็เพราะดวงอาทิตย์ส่องแสงส่งรังสีให้แก่โลกตลอดเวลา นอกจากนั้นแหล่งพลังงานต่าง ๆ เช่น เชื้อเพลิงก็ได้พลังงานมาจากดวงอาทิตย์ ภายในโลกก็มีพลังงานความร้อนสะสมเอาไว้เป็นจำนวนมาก และปรากฏออกมาให้เราเห็นในรูปภูเขาไฟระเบิดและน้ำพุร้อนเป็นต้น เราอาจจำแนกแหล่งกำเนิดความร้อนออกได้ดังนี้

(1) ดวงอาทิตย์ โลกได้รับ พลังงานรังสี (Radiant Energy) จากดวงอาทิตย์ แล้วแปลงเป็นพลังงานความร้อน ทำให้อากาศ น้ำ และพื้นแผ่นดินตลอดจนสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ อบอุ่นขึ้นและการสังเคราะห์แสงโดยแสงแดดทำให้พืชเจริญเติบโตและสะสมพลังงานเอาไว้ในรูปแป้ง น้ำตาล เซลลูโลสและสารอินทรีย์อื่น ๆ ซึ่งเราใช้เป็นอาหารและเชื้อเพลิง มนุษย์เราได้พยายามแปลงความร้อนจากแสงแดดให้เป็นพลังงานไฟฟ้า และนำมามาใช้ทำงานโดยตรงในรูปต่าง ๆ เช่น หมุนเครื่องจักรกล ต้มน้ำให้ความอบอุ่นแก่บ้านเรือน และทำเกลือจากน้ำทะเล

(2) เชื้อเพลิง การสันดาปของออกซิเจนกับเชื้อเพลิง เช่น ไม้ ถ่าน ถ่านหิน น้ำมัน และ ก๊าซเชื้อเพลิง เป็น แหล่งกำเนิดความร้อนที่สำคัญมาก ทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมและในบ้าน

(3) ไฟฟ้า เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดความต้านทาน ลวดจะร้อน ให้ความร้อนและแสงสว่าง ประโยชน์ของความร้อนจากกระแสไฟฟ้า ใน โรงงานอุตสาหกรรมและในบ้านมีเพิ่มขึ้นทุกวัน



ไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อน



การคิดไฟในสมัยต่าง ๆ

(4) ปฏิริยา

เคมี นอกจากการสันดาปในข้อ (2) ปฏิริยาเคมีอื่น ๆ โดยมาก ทำให้เกิดความร้อน เช่นเมื่อราดน้ำลงไปบนปูนดิบ และเมื่อกรดกำมะถันอย่างเจือจางกัดสังกะสี

(5) ความเสียด

ทาน เมื่อเอาวัตถุ

สองชนิดขัดสีกัน ความร้อนจะเกิดขึ้นเสมอ เราอาจติดไฟได้โดยเอาไม้แห้งสีกัน ไม้ขีดไฟติดไฟได้ก็เพราะการเสียดทานระหว่างหัวไม้ขีดไฟกับข้างกลัก ทำให้มีความร้อนถึงจุดชาวลาของหัวไม้ขีด

(6) การชนหรือกระทบ เมื่อก้อนกระทบกับทั้ง หรือของสองสิ่งกระทบกันจะเกิดความร้อนขึ้นเสมอ

(7) การอัด เมื่อเราอัดก๊าซแรงและเร็ว ๆ ความร้อนจะเกิดขึ้นได้มาก ตะบันไฟติดไฟและเครื่องกลจักรดีเซลระเบิดไอน้ำมัน ได้ก็เพราะความร้อนที่เกิดจากการอัด เวลาสูบขางรถจักรยานและลูกฟุตบอล หัวสูบร้อนขึ้นก็เพราะการอัดอากาศ

(8) การเปลี่ยนสถานะ เมื่อก๊าซกลายเป็นของเหลว และของเหลวกลายเป็นของแข็ง ก็เป็นเหตุให้เกิดความร้อนได้มากเหมือนกัน การเปลี่ยนสถานะเหล่านี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับการอัด เพราะโมเลกุลซึ่งกระจายและวิ่งสับสนกันอยู่เปลี่ยนสภาพมาอยู่ใกล้ติดกันมากขึ้น

(9) หลงงานนิวเคลียร์ เมื่อธาตุบางชนิด เช่น ยูเรเนียมแตกสลายออกเป็นธาตุอื่น อนุภาคและรังสี จะเกิดความร้อนขึ้นมาก นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรได้พยายามนำความร้อนจากพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ประโยชน์มากขึ้น

๓. ผลเนื่องจากการความร้อน

ความร้อนทำให้เกิดผลต่าง ๆ น่าสนใจและเป็นประโยชน์มาก ดังต่อไปนี้

(1) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เมื่อได้รับความร้อน สารโดยทั่วไปจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น เช่นเมื่อเอาน้ำใส่กาต้มน้ำ น้ำได้รับความร้อน และจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น

(2) การเปลี่ยนแปลงขนาดหรือ การขยายตัว สารโดยมากเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวโตขึ้นกว่าเดิม เช่นปรอทในหลอดแก้วเทอร์โมมิเตอร์ เมื่อได้รับความร้อนจะพองตัวโตขึ้นและเราใช้วัดอุณหภูมิได้

(3) การเปลี่ยนสถานะ เมื่อของแข็งและของเหลวได้รับความร้อนของแข็งก็จะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว และของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซ เช่นน้ำแข็งกลายเป็นน้ำเหลว และน้ำเหลวกลายเป็นไอน้ำเมื่อได้รับความร้อน

(4) การเปลี่ยนแปลงทางเคมี สารเป็นอันมากเมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี เช่น เมื่อเผาปรอทออกไซด์สีแดงเพื่อเตรียมออกซิเจน ปรอทออกไซด์จะกลายเป็นปรอทและออกซิเจน สิ่งมีชีวิตเมื่อถูกความร้อนก็จะเปลี่ยนแปลงสมบัติเหมือนกัน ซึ่งเราเห็นปรากฏอยู่เสมอเมื่อเผาผลไม้

(5) การเกิดไฟฟ้า เป็นต้นว่าเมื่อปลายโลหะสองชนิดซึ่งสัมผัสกันอยู่ได้รับความร้อนก็จะเกิดไฟฟ้าขึ้น นอกจากนี้ความร้อนยังทำให้เกิดแสงสว่างและเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานรูปอื่นๆ ได้อีกด้วย

๔. การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

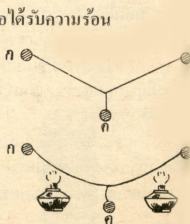
สมบัติของความร้อนที่เราคุ้นเคยอยู่เสมอและนำเอาความรู้เกี่ยวกับเรื่องนี้มาใช้ในชีวิตประจำวันเสมอก็คือ การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

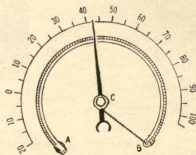
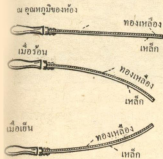
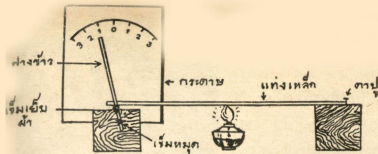
สารทั่วๆ ไปไม่ว่าอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ เมื่อได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นมักจะขยายตัวขึ้นกว่าเดิม การขยายตัวของของแข็งนั้นน้อยมาก และมองเห็นโดยตรงได้ยาก ของเหลวขยายตัวได้ประมาณ 10 เท่าของของแข็ง ดังนั้น เมื่อน้ำของเหลวไปบรรจุในคนโทและปล่อยให้ขยายตัวขึ้นไปตามหลอดแก้ว เราจะมองเห็นการขยายตัวได้ชัดเจน ส่วนก๊าซขยายตัวได้มากกว่าของเหลวอีกประมาณ 20 เท่า ข้างซ้ายขยายตัวออกได้เต็มภาชนะที่บรรจุอยู่เสมอ ดังนั้นเราจึงใช้วิธีคล้ายคลึงกับการแสดงการขยายตัวของของเหลวให้เป็นการขยายตัวของก๊าซได้โดยง่าย เราอาจทำการทดลองแสดงการขยายตัวได้ดังต่อไปนี้

๕. การทดลองแสดงการขยายตัวของของแข็งเมื่อได้รับความร้อน

(1*) การขยายตัวของลวด วิธีที่ง่ายที่สุดซึ่งเราทุกคนพอทำเล่นได้ก็คือ ขึงเส้นลวดเล็กๆ ให้ตึง เอาไฟตะเกียงลวดให้ร้อนแดง (หรือจะใช้ไฟฟ้าต่อให้ไหลผ่านลวดก็ได้) ลวดนั้นจะบิด และหย่อนยานลงจนเห็นได้ชัด

(2) การขยายตัวของแท่งโลหะ เอาแท่งโลหะยาวประมาณ ๑-๒ ฟุต วางบนแท่นไม้สี่เหลี่ยมผืนผ้าเกลี้ยงและเรียบ และตอกตะปูต้นปลายขวามือไว้ไม่ให้เลื่อน ได้ปลายอีกข้างหนึ่งวางเพิ่มเอ็นฝักร้องไว้และเอาฟางข้าวยาวๆ เสียบติดไว้กับเอ็นหมดให้ปลายยาวๆ ไปบนมาตราส่วน และใช้เข็มหมุดปักปลายล่างให้ติดกับแท่นไม้





โลหะสองชนิดประกบติดกันจะยอมเข้าเมื่อร้อนขึ้น
เขาใช้หลักการนี้ในการสร้าง เทอร์โมมิเตอร์โลหะ

และเหล็กซึ่งตรึงติดกันไปลงไฟ แท่งโลหะนี้จะโค้ง
งอเข้าทางด้านที่เป็นเหล็กอย่างเห็นได้ชัด เพราะทอง
เหลืองขยายตัวได้เกือบ 2 เท่าของเหล็ก

(3) การทดลองด้วยลูกโลหะทรงกลม การ
ทดลองที่ใช้แสดงการขยายตัวของโลหะเสมอ คือ การ
ใช้ลูกโลหะทรงกลม และห่วง ณ อุณหภูมิของห้อง
โลหะทรงกลมจะลอดห่วงได้สะดวก ถ้าเราเอาโลหะ
เอาไฟจนแดงแล้วนำไปวางบนห่วง ลูกโลหะจะไม่
ลอดห่วงลงไป แต่พอทิ้งไว้ให้มันเย็นลงก็จะลอดห่วง
ลงไปได้

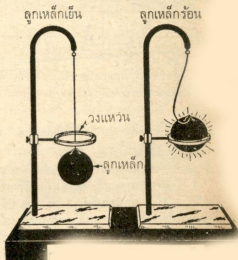
๖. ประโยชน์ที่ได้รับจากความรู้เรื่อง
การขยายตัวของของแข็ง

ประโยชน์จากความรู้เกี่ยวกับเรื่องนี้

เมื่อเอาไฟตะเกียง
ลงแท่งโลหะ เราจะเห็น
ปลายเข็มเบนไปข้างๆ
ทั้งนี้ เพราะแท่งโลหะ
ขยายตัวยาวออก และ
ออกแรงดันเข็มให้กลิ้ง
ไป เข็มจึงพาเอาฟาง
ข้าวหมุนไปด้วย พอแท่ง
โลหะร้อนขึ้นๆ ฟางข้าว
ก็จะขยับไปมากขึ้น

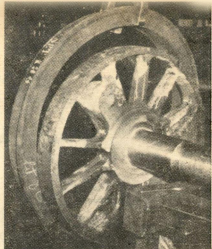
ถ้ามีแท่งโลหะหลาย
ชนิด เราก็อาจทดลอง
แสดงโดยวิธีนี้ได้ว่าโลหะ
ชนิดต่างๆ ขยายตัวได้
แตกต่างกัน*

ถ้าเราเอาแท่งโลหะ
สองชนิด เช่นทองเหลือง



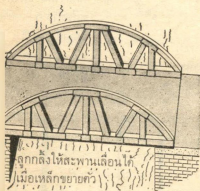
*จากการทดลองปรากฏว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°ซ. สารต่าง ๆ ซึ่งเดิมยาว 1 เซนติเมตร
จะขยายตัวออกกลายเป็นส่วนด้านของเซนติเมตรดังนี้ อลูมิเนียม 22, ทองเหลือง 19, ทองแดง 17,
แก้วธรรมดา 9, แก้วไพเร็กซ์ 3.2, เหล็ก 11

มีหลายประการ นับตั้งแต่เรื่องเล็กๆ น้อยๆ ในบ้าน เช่น เกี่ยวกับภาชนะที่ทำด้วยแก้ว จนถึงเรื่องใหญ่โตห่างจากตัวเราออกไป เช่น การก่อสร้างสะพานและทางรถไฟ ทั้งจะอธิบายต่อไปนี้



ในการสวมปลอกยางหุ้มวงล้อ ต้องทำให้ยางร้อนเสียก่อน เมื่อยางเย็นลง จะรัดล้อแน่น

(1) การขยายตัวของแก้ว ก่อนจะใช้ภาชนะแก้วนั้น ควรสังเกตเสียก่อนว่าแก้วหนาหรือบาง ถ้าหนาไม่ควรถูกน้ำเดือดๆ ใส่ลงไปเร็วๆ เพราะแก้วธรรมดา มักจะแตก ทั้งนี้เพราะแก้วเป็นตัวนำความร้อนที่เลว เมื่อถูกน้ำร้อนได้ลงไป ผิวข้างในจะขยายตัว ส่วนผิวข้างนอกที่ยังเย็นอยู่จะขยายตัวไม่ทัน เนื่องจากส่วนต่างๆ ขยายตัวออกไม่พร้อมกัน จึงเกิดแรงดึงแรงดันขึ้นในเนื้อ



แก้วทำให้แก้วแตกร้าว

เวลาเราดึงลูกแก้วจากขวดไม่ออก เราต้องเอาปากขวดลงไฟให้ปากขวดร้อน และขยายตัวโตขึ้น ส่วนลูกจะไม่ร้อนและไม่ขยายตัว ดังนั้นเราจึงดึงลูกออกได้โดยสะดวก เวลาหลอดไฟหลอดหนึ่งร้อนขึ้นช้าๆ มิฉะนั้นขวดจะแตกตามเหตุผลข้างต้น

(2) การขยายตัวของโลหะ เช่น เหล็ก

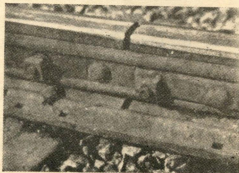
จากในกิจการเล็กๆ เช่น การทำล้อรถม้า และปลอกถังจนถึงกิจการใหญ่ๆ เช่น ทำลำกล้องปืนใหญ่ สร้างทางรถไฟ เขาก็ใช้ความรู้เกี่ยวกับการขยายตัวของของแข็งทั้งสิ้น

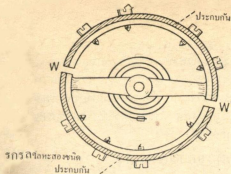
โครงวงล้อรถม้าเป็นไม้ เขาทำปลอกเหล็ก

ขนาดเล็กกว่าขอบนอกของวงล้อไม้เล็กน้อย และเผาปลอกเหล็กให้ร้อนและขยายตัวออก แล้วสวมหุ้มวงล้อไม้ เมื่อเอาน้ำราด ปลอกเหล็กจะเย็นลงและหดตัวรั้งวงล้อไม้แน่นแข็งแรง เวลาใส่ปลอกเหล็กรัดถัง และปลอกมิด เขาก็ทำเช่นนั้นเหมือนกัน

ในการข้ามหุบเขาเล็ก ให้แผ่นเหล็กติดกันแน่น เช่น ในการสร้างหม้อน้ำรถไฟ สร้างเรือเหล็กหรือสะพานรถไฟ เขาวางแผ่นเหล็กซ้อนเหลื่อมกัน แล้วเจาะรูสำหรับใส่หมุด เผาหมุดเหล็กให้แดงได้เข้าไปในรูแล้วตอกย้ำ ให้ตัวหมุดบานออกสองข้างเพื่ออัดแผ่นเหล็กให้ติดกัน พอหมุดเหล็กเย็นลงจะหดตัวและอัดแผ่นเหล็กให้ติดกันแน่นมากขึ้น

(3) การสร้างทางรถไฟ ร่องราง สะพาน และอาคาร ถ้าสังเกตดูทางรถรางหรือรถไฟ จะเห็นว่าระหว่างปลายรางสองท่อนมีช่องว่างทั้งไว้เสมอ ใน





รกรกของนาฬิกาข้อมือรักษาได้เที่ยงตรง

เพราะโลหะสองชนิดประกบกัน

อากาศร้อนจัดรางก็จะขยายตัวออกจนปลายชนกัน และดันกันงอโค้งทำให้รางเสียหายเป็นเหตุให้รถไถรางได้

ในการสร้างสะพานและสร้างตึกหรืออาคารใหญ่ ๆ เขาต้องทิ้งช่องว่างระหว่างปลายคานหรือคานท่อนเหล็กยาว ๆ ไว้ทั้งนั้น และต้องไม่ยึดตรึงคานหรือท่อนเหล็กให้แน่น แต่ยึดพอให้ขยายยืดตัวออกได้สะดวก มิฉะนั้นสะพานหรืออาคารจะร้าวหรือพังทลายลงได้

จากที่ได้อธิบายมาแล้วจะเห็นว่า เมื่อเกิดการขยายตัวเนื่องจากความร้อน ย่อมเกิดแรงดันขึ้นและดึงได้มาก

อนึ่ง ข้างทำนาฬิกาไม่ว่าจะเป็นนาฬิกาข้อมือหรือนาฬิกาปลุกคัมขนาดใหญ่นั่น ก็ต้องอาศัยความรู้เรื่องการขยายตัวเนื่องจากความร้อน ในการสร้างจักรกรอกหรือกระเบื้องหรือที่แขวนลูกคัม เพื่อให้หมุนหรือแกว่งเร็วเท่าเดิม เมื่ออุณหภูมิของอากาศเปลี่ยนแปลงไป

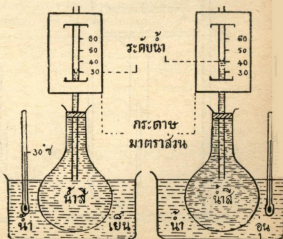
๗. การขยายตัวของของเหลวเมื่อได้รับความร้อน

เราอาจทำการทดลองแสดงการขยายตัวของของเหลว เช่นน้ำได้ โดยใส่น้ำลงในภาชนะที่มียกขึ้นเล็กน้อย หยดหมึกลงไปสักสองสามหยดเพื่อให้มองเห็นระดับน้ำได้ชัด เเจาะรูจุกไม้ก๊อกสำหรับเสียบหลอดแก้วยาวประมาณ 1 ฟุต เมื่อใส่จุก น้ำจะขึ้นมาตามหลอดแก้ว ควรระวังอย่าให้มีฟองอากาศติดอยู่ ถ้ามีควรเติมน้ำลงในภาชนะเล็กน้อย และถ้าหากว่าเมื่อใส่จุก ระดับน้ำในหลอดแก้วสูงขึ้นไปก็ควรเทน้ำทิ้งเสียบ้าง และให้เหลือสูงเพียงประมาณ 3-4 นิ้ว เสียบแผ่นกระดาษซึ่งมีเส้นขนานท่างกันเป็นเซนติเมตรหรือนิ้วเข้ากับหลอดแก้ว

ตั้งภาชนะในอ่างน้ำเย็นธรรมดาที่มีอยู่ แล้ววัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์ สมมุติขณะอุณหภูมิเท่ากับ 30°C . ให้ใส่ขีดและเลข 30 ตรงระดับน้ำ

เจอน้ำร้อนลงไปในอ่างเล็กน้อย แล้วกลั่นจนทั่วและอ่านอุณหภูมิอีก สมมุติว่า 40°C . ขณะนั้นเราจะสังเกตเห็นระดับน้ำในหลอดแก้วสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนหยุดนิ่ง ทั้งนี้เพราะน้ำในภาชนะได้รับความร้อนจากน้ำอุ่นในอ่างและขยายตัว และเมื่อมีอุณหภูมิเท่ากับน้ำในอ่างแล้วก็จะหยุดขยายตัว ให้ใส่ขีดแสดงระดับน้ำไว้บนกระดาษ และเขียนตัวเลข 40 บอกอุณหภูมิ

อุณหภูมิหนึ่งเซนติเมตร ในฤดูร้อนช่องนี้จะแคบมาก การทิ้งช่องว่างไว้เช่นนี้ ก็เพราะเหล็กขยายตัวเมื่ออุณหภูมิเพิ่ม ในฤดูร้อน และหดตัวเมื่ออุณหภูมิลดในฤดูหนาว กล่าวคือ เหล็กยาว 100 เมตร ถ้าอุณหภูมิเพิ่ม 25°C . จะขยายตัวออก 3 เซนติเมตร ดังนั้น จึงต้องคำนวณหาว่า ต้องทิ้งว่างไว้เท่าใด ปลายรางจึงจะไม่ขยายออกชนกัน เมื่ออากาศร้อนจัด ในเดือนเมษายน ถ้าทิ้งช่องว่างไว้ไม่พอแล้ว เมื่อ



เจอน้ำร้อนต่อไปอีก และก็จะเห็นว่าระดับน้ำในหลอดแก้วสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิของมันเป็นสูงขึ้นตามลำดับ ให้ใส่ขีดและตัวเลขบนกระดาษเช่นที่ทำมาแล้ว

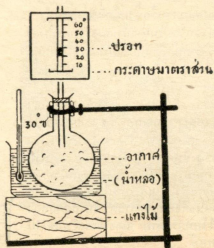
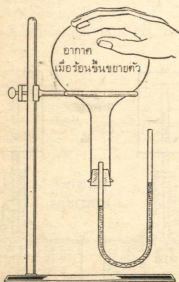
นอกจากนั้นเราจะทำการทดลองโดยวิธีนี้แสดงให้เห็นได้ว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่ากันของเหลวชนิดต่าง ๆ เช่นน้ำ ปรอท และอัลโกฮอลขยายตัวได้ไม่เท่ากัน น้ำขยายตัวได้มากกว่าปรอทเล็กน้อย อัลโกฮอลขยายตัวได้มากกว่าทั้งน้ำและปรอทประมาณห้าเท่า

๔. ประโยชน์ที่ได้รับจากความรู้เรื่องการขยายตัวของของเหลว

จากการทดลองข้างต้นนี้เราจะเห็นว่า เราใช้คนโทบรรจุน้ำสี่และเสียบหลอดแก้วต่างเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิได้ เพราะถ้าใส่ขีดและมาตราส่วนของภาวบันแผ่นกระดาษติดกันกับหลอดแก้ว และหยคน้ำมันใส่เหนือผิวน้ำในหลอดเพื่อกันน้ำระเหยออกแล้ว เราก็จะสามารถนำไปวัดอุณหภูมิของสิ่งอื่นได้ในโอกาสต่อไป แต่น้ำเป็นของเหลวที่ไม่เหมาะสมหลายประการสำหรับบรรจุในหลอดแก้วใช้ทำเทอร์โมมิเตอร์ ดังนั้นเขาจึงไม่ใช้น้ำ แต่ใช้ของเหลวอื่นซึ่งมีสมบัติเหมาะสมกว่า คือปรอทหรืออัลโกฮอลปนสี

๕. การขยายตัวของก๊าซเมื่อได้รับความร้อน

เราอาจทดลองแสดงให้เห็นการขยายตัวของก๊าซได้ดังต่อไปนี้ ใช้คนโทและหลอดแก้วซึ่งมีขนาดเล็กเสียบจุกไม้ก๊อก ข้างหลอดแก้วให้เสียบกระดาษมาตราส่วนเซนติเมตร ดังได้ทำการทดลองมาแล้วในเรื่องการขยายตัวของของเหลว ก่อนเสียบหลอดแก้วเข้าไปในจุกไม้ก๊อก ควรใส่ปรอทลงไปนรูหลอดแก้วเล็กน้อย จะเห็นว่าให้เป็นเส้นยาวสัก 1-2 มิลลิเมตร ตะแกรงหลอดแก้วให้ปรอท



เลื่อนลงไปอยู่ห่างจากปลายล่างสัก 10 เซนติเมตร ใช้นิ้วมือบีบรูทางปลายให้แน่น แล้วจึงนำหลอดไปเสียบลงในรูของลูกไม้ก๊อก กดลูกและเสียบหลอดแก้วให้แน่น และใช้น้ำมันวาสลินหรือจาระบีป้ายรอบลูกไม้ก๊อกและหลอดแก้วตรงปากคนโทให้ทั่วเพื่ออุดรูเล็กๆ ที่มองไม่เห็น แล้วจึงปล่อยนิ้วมือที่อุดปลายบนของหลอดแก้ว เมื่อเสร็จแล้วเราก็จะได้เครื่องสำหรับแสดงการขยายตัวของก๊าซเมื่ออุณหภูมิเพิ่มไว้ใช้ต่อไป

ก๊าซที่จะใช้ในการทดลองในที่นี้ คืออากาศที่ถูกลอยอยู่ในคนโทและในหลอดแก้วได้เส้นปรอท เราอาจแสดงได้ว่าก๊าซขยายตัวได้มาก โดยเอามือทั้งสองกุมคนโท แล้วก็จบบองเห็นเส้นปรอทลอยสูงขึ้นทันที แต่พอเอามือออก เส้นปรอทก็จะลดต่ำลงไปสู่ที่เดิม ถ้าเราขีดไม้ขีดไฟแล้วเอาไปจ่อข้างคนโท เราก็จะมองเห็นการขยายตัวของก๊าซได้ชัดเจนเหมือนกัน

ทีนี้ตักน้ำใส่อ่างใบหนึ่ง แขนคนโทลงไปในน้ำ ถ้านั้นจะลอยก็ให้หาอะไรจับยึดไว้ดังแสดงในรูป ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของน้ำเย็น แล้วเขียนค่าอุณหภูมิลงบนกระดาษข้างหลอดแก้ว พร้อมกับใส่ขีดแสดงระดับเส้นปรอท เช่นถ้าขณะนั้นอุณหภูมิอ่านได้ 30° ซ. ก็เขียน 30° ตรงขีด เทน้ำร้อนลงไปเจือน้ำในอ่างเล็กน้อย เส้นปรอทในหลอดแก้วจะเลื่อนสูงขึ้น แสดงว่าก๊าซขยายตัว อ่านเทอร์โมมิเตอร์และทำขีดพร้อมๆ กับเขียนค่าอุณหภูมิกำกับอีก เช่นอุณหภูมิอ่านได้ 32° ซ. ก็ใส่เลข 32° ตรงขีด ทำต่อไปอีกสักสองสามครั้ง แต่อย่าเจือน้ำร้อนมากนัก เพราะก๊าซจะขยายตัวได้มากจนดันปรอทออกจากปลายบนของหลอดแก้ว

๑๐. ประโยชน์ที่ได้รับความรู้เรื่องการขยายตัวของก๊าซ

จากการทดลองข้างต้นนี้เราจะเห็นว่า เมื่ออุณหภูมิของน้ำในอ่างเพิ่มสูงขึ้นมาก ก๊าซก็จะขยายตัวมากขึ้นด้วย ดังนั้นเราจึงอาจใช้เครื่องมืออย่างๆ นี้สำหรับบอกอุณหภูมิได้คร่าวๆ เทอร์โมมิเตอร์อากาศ ก็ใช้หลักนี้

การขยายอากาศในห้อง

เมื่อเราเอาลูกโป่งครอบปากขวด และผูกมัดติดปากขวดให้แน่น แล้วเอาไฟลนกันขวด อากาศจะขยายตัวและดันลูกโป่งให้พองโต ถ้านุ่นไฟให้ร้อนมาก ลูกโป่งก็จะขึงพองขึ้นมาก และถ้าเราดีปากลูกโป่งเหนือปากขวด แล้วกลายคำยที่มีดตีควาออกเร็วๆ ลูกโป่งก็จะลอยขึ้นทันที แต่เมื่อลูกโป่งเย็น อากาศในลูกโป่งหดตัวลง เมื่ออากาศจะพองให้มันลอยอยู่ไม่ได้ มันก็จะตกลง นั่นแสดงว่าอากาศร้อนย่อมเบากว่าอากาศเย็น และอากาศร้อนจะพยายามลอยสูงขึ้นเหนืออากาศที่เย็น

อากาศในห้องของเราที่ได้รับความร้อนเสมอ เช่น จกสว่างภายในและอากาศที่เราหายใจออกตลอดเวลา ในเวลากลางคืนอากาศก็ได้รับความร้อนจากตะเกียงและไฟฟ้ายว ความร้อนเหล่านี้แม้จะน้อยก็จริง แต่ก็พอจะทำให้อากาศขยายตัวได้ เมื่ออากาศในห้องลอยขึ้นและอากาศที่เย็นกว่าจมลงอยู่ทุกขณะ ดังนั้นเราจึงมักทำช่องระบายลมไว้เหนือหน้าต่างหรือใต้เพดาน เพื่อให้อากาศที่ร้อนและไม่บริสุทธิ์ถ่ายเทออกจากห้อง ส่วนอากาศเย็นและบริสุทธิ์จากข้างนอกก็จะไหลเข้าทางหน้าต่างและประตู

๑๑. เหตุผลที่สารขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน

นักเรียนคงสังเกตเห็นแล้วว่า เมื่อนักเรียนนั่งกันเรียงร้อยอยู่ในห้อง ก็พอจะอยู่กันได้สบายไม่เบียดเสียดหรือเกะกะกันมากนัก แต่ถ้าทุกคนลุกขึ้นเดิน



โมเลกุลเย็น



โมเลกุลอุ่น



โมเลกุลร้อน

สับสนไปมา ก็จะสรุปหนึ่งว่าห้องคับแคบลงคล้ายกับว่ามีคนมากขึ้น และต้องการห้องโตขึ้นกว่าเมื่อนั่งทั้งๆ ที่มีคนนักเรียนอยู่เท่ากัน และ แทนที่จะเดิน ถ้านักเรียนทุกคนวิ่ง นักเรียนก็จะต้องการที่โตขึ้นไปอีก ยิ่งวิ่งเร็วขึ้นก็จะต้อง การที่โตขึ้นๆ โมเลกุลของของเหลวและก๊าซก็เช่นเดียวกัน กล่าวคือ เมื่อสาร ได้รับความร้อนและมีอุณหภูมิสูงขึ้น โมเลกุลก็จะวิ่งเฟ้นผ่านสับสนเร็วขึ้น และต้องการที่อยู่มากขึ้น ค่ายเหตุนี้มันจึงพองตัวโตขึ้น

การที่ของแข็งขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนก็ด้วยเหตุผลทำนองเดียวกัน กล่าวคือ ความร้อน ทำให้โมเลกุลของของแข็งสั่นเร็วขึ้น และต้องการที่อยู่เพิ่มขึ้น

แบบฝึกหัดบทที่ 16

1. จงขีดคำตอบที่ผิดออก

- ก. แหล่งกำเนิดความร้อนที่สำคัญที่สุดคือ การอัด การเปลี่ยนสถานะ ไฟฟ้า ดวงอาทิตย์
- ข. แหล่งกำเนิดความร้อนที่เราใช้เป็นประโยชน์เสมอในบ้านเราก็คือ ดวงอาทิตย์ เชื้อเพลิง ไฟฟ้า การกระทบ กันวัตถุต่างประสี
- ค. ความร้อนภายในร่างกายเกิดจากไฟฟ้า การเปลี่ยนสถานะ อาหาร
- ง. ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนขยายตัวได้ดีกว่าอากาศ เหล็ก แก้ว ทองเหลือง

2. จงเติมคำลงในช่องว่าง

- ก. พลังงาน.....จากดวงอาทิตย์เมื่อกระทบสสาร บางส่วนจะกลายเป็นพลังงานความร้อน
- ข. กระแสไฟฟ้าเมื่อไหลผ่านลวดไหลอดไฟฟ้ซึ่งมีความต้านทานจะเกิด..... และ.....
- ค. การสั่นดาปของเชือกเพื่องเช่นเมื่อถ่านผสมกับ..... ในอากาศจะทำให้เกิด.....ขึ้น
- ง. เมื่อได้รับความร้อน แผ่นเหล็กและทองเหลืองที่ยึดติดกันจะขยายตัวและโค้งงอ ทอง เหลืองจะอยู่ด้าน.....เพราะทองเหลืองขยายตัวได้.....กว่าเหล็ก

3. ความร้อนคืออะไร

4. แหล่งกำเนิดของความร้อนมีอะไรบ้าง

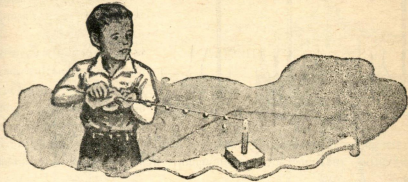
5. ความร้อนทำให้เกิดผลอะไรได้บ้าง

6. ทำไมเราจึงทิ้งช่องว่างไว้ระหว่างปลายรางรรางและรถไฟ

7. จงกล่าวถึงประโยชน์จากการนำเอาความรู้เรื่องการขยายตัวของของแข็งมาใช้สัก 3 อย่าง

8. จงอธิบายวิธีทดลองแสดงการขยายตัวของของแข็ง ของเหลวและก๊าซอย่างย่อๆ อย่างละ 1 วิธี

ความร้อนและอุณหภูมิ



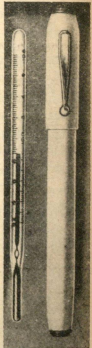
๑. ความหมายและความแตกต่างระหว่างความร้อน และ อุณหภูมิ

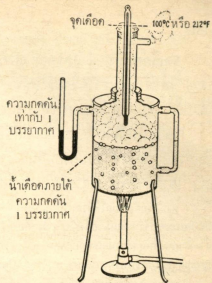
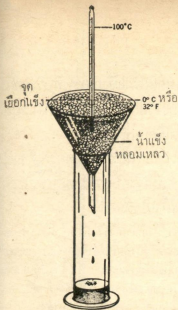
เมื่อกล่าวถึง ความร้อน เราหมายถึงพลังงานรูปหนึ่ง ซึ่งสามารถทำงานได้ เช่น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์และเคมี ส่วน อุณหภูมิ นั้น หมายถึงระดับความร้อน ซึ่งบอกให้เราทราบว่าความร้อนจะไหลจากไหนไปไหน ถ้าปลายหนึ่งของแท่งเหล็กอยู่ในเปลวไฟ และเราจับอีกปลายหนึ่งไว้ ความร้อนก็จะไหลมาสู่มือเรา แสดงว่าเปลวไฟมีอุณหภูมิหรือระดับความร้อนสูงกว่ามือเรา

เราอาจวัดอุณหภูมิได้ด้วย เทอร์โมมิเตอร์ ซึ่งสร้างขึ้นไว้โดยเฉพาะ โดยอาศัยการขยายตัวของปรอทหรือสารอื่นๆ และเมื่อจะวัดอุณหภูมิของสิ่งใด ก็เอาเทอร์โมมิเตอร์ไว้ในสิ่งนั้น

๒. ประสาทของเราวัดอุณหภูมิไม่ได้แน่นอนอย่างเทอร์โมมิเตอร์

แม้ว่าประสาทของเราจะบอกได้ว่าสิ่งหนึ่งร้อน หรือเย็นกว่าอีกสิ่งหนึ่งก็ดี แต่ก็บอกไม่ได้แน่นอนและเที่ยงตรงเสมอไปอย่างเช่นเทอร์โมมิเตอร์ เราจะเห็นได้จากการทดลองง่าย ๆ ดังนี้ หากเอาน้ำมาสามอ่าง ใส่น้ำเย็นลงไปเท่า ๆ กัน ในที่หนึ่งเจือน้ำร้อนมากหน่อย ในที่สองเจือน้ำร้อนนิดหน่อย ส่วนในที่สามไม่เจือน้ำร้อนเลย เอามือซ้ายจุ่มลงในอ่างที่สาม เทอร์โมมิเตอร์ตรวจคนใช้





แรกเขาต้องเลือกหลอดแก้วเสียก่อน

ลักษณะของหลอดแก้ว ต้องใช้หลอดแก้วเนื้อดี หนา ตรง มีรูเล็กและสม่ำเสมอตลอดยาวประมาณ 1 ฟุต

การทำกระเปาะ ลงไฟปลายข้างหนึ่งให้เนื้อแก้วเข้มปัด แล้วเป่าให้พองออกเป็นกระเปาะกลมหรือยาวตามต้องการ

การทำกรวย เอาไฟถอนห่างจากปลายเปิดราว 2 ซม. ให้แก้วหลอมเหลวแล้วดึงออกเป็นรูปกรวย เสร็จแล้ว ทั้งหลอดแก้วไว้ให้เย็นเพื่อกรอกปรอทต่อไป

การกรอกปรอท หลอดแก้วนี้มีรูเล็กมาก เรากรอกปรอทไม่เข้า เพราะอากาศที่ขังอยู่ข้างในออกไม่ได้และดันเอาไว้ จึงต้องเทปรอทใส่กรวย แล้วเอาไฟอ่อน ๆ ลงกระเปาะ อากาศจะลอยปุด ๆ ผ่านปรอทขึ้นมา ทั้งไว้ให้อากาศที่เหลืออยู่ในหลอดเย็นลงและหดตัว ปรอทก็จะไหลลงไปในกระเปาะได้บ้าง ทำอย่างนี้หลาย ๆ ครั้งจนปรอทลงไปมากพอ ที่นี้เอาไฟร้อน ๆ ลงกระเปาะให้ปรอทระเหยไล่อากาศในหลอดออกหมดแล้ว เอาเปลวไฟเล็ก ๆ แลร้อนจัดลงที่คอหลอดให้แก้วเข้มปัดปลายบนแล้วดึงกรวยทิ้ง

ต่อจากนี้เขามักทั้งหลอดแก้วบรรจุปรอทนานหลาย ๆ วัน บางทีถึงไว้ตั้งปีเพื่อให้แก้วคืนตัว แล้วจึงนำไปใส่ฉัลดมาตรส่วน

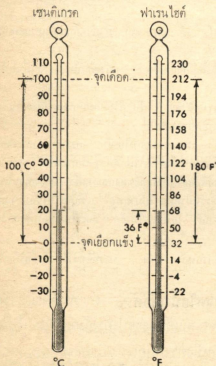
การใส่ขีดแสดงจุดเยือกแข็งและจุดไอน้ำเดือด ก่อนที่จะแบ่งขีดแสดงมาตราส่วนบอกอุณหภูมิเขามักนำหลอดแก้วบรรจุปรอททั้งกล้วแล้วไปใส่ขีดจุดตรึงที่สำคัญ 2 จุดเสียก่อน ขีดหนึ่งตรงกับอุณหภูมิของจุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง และอีกขีดหนึ่งตรงกับอุณหภูมิของไอน้ำเดือด หรือจุดไอน้ำเดือด

จุดเยือกแข็ง นำหลอดแก้วเสียบไว้กลางเกล็ดน้ำแข็งเล็กๆ ที่บริสุทธิ์ในกรวย เอน้ำกลั่นเทรคน้ำแข็งหลาย ๆ หน ทั้งไว้สักครู่ เมื่อปรอทไม่ลดลงต่อไปอีกแล้ว ก็ทำซีตบอกระดับปรอทแสดง**จุดเยือกแข็ง**เอาไว้

จุดไอน้ำเดือด ใส่หลอดแก้วไว้ในไอน้ำเดือดในกระป๋องทองเหลืองซึ่งเป็นกระบอกสองชั้นสวมครอบกัน เมื่อสังเกตเห็นระดับปรอทไม่สูงขึ้นมาอีกแล้ว เขาก็ทำซีตบอกระดับปรอทแสดง**จุดไอน้ำเดือด**เอาไว้

ตามปรกติเขามักใช้ปรอทเป็นของเหลวสำหรับบรรจุหลอดแก้วเทอร์โมมิเตอร์ เพราะปรอทดีและเหมาะสมกว่าของเหลวอย่างอื่น ๆ มากคือ (1) หาและทำให้เป็นบริสุทธิ์ได้ง่ายๆ (2) แสงทึบไม่ให้เห็นเงาและอ่านอุณหภูมิได้สะดวก (3) เดือดและแข็งได้ยาก (4) ไม่เปียกติดหลอดแก้วจึงไหลขึ้นหรือลงได้สะดวก (5) ขยายตัวได้มากและสม่ำเสมอ จึงใช้วัดได้แม่นยำดี

ของเหลวอย่างอื่น ๆ ที่ใช้บ้างก็มีอัลกอฮอล์ เขาเอาสีปนไว้สำหรับให้มองเห็นได้ชัด



๔. การแบ่งมาตราส่วนของเทอร์โมมิเตอร์

เมื่อได้จุดตรึงสองจุด คือจุดเยือกแข็งและจุดไอน้ำเดือดบนก้านของหลอดแก้วเทอร์โมมิเตอร์แล้ว เขาก็นำมาแบ่งส่วนออกเป็นช่องย่อย เท่าๆ กัน แล้วใส่ตัวเลขที่เราใช้กันอยู่เสมอนั้น มีสองอย่างคือ มาตราส่วนเซลเซียส และมาตราส่วนฟาเรนไฮต์

มาตราส่วนเซลเซียส ระหว่างจุดตรึงทั้งสองแบ่งออกเป็น 100 ช่องย่อยเท่า ๆ กัน (เซนติ แปลว่า 1 ใน 100 เกรค แปลว่า องศา) และใส่เลข 0 กำกับจุดเยือกแข็ง และเลข 100 กำกับจุดไอน้ำเดือด

มาตราส่วนฟาเรนไฮต์ ระหว่างจุดตรึงทั้งสองแบ่งออกเป็น 180 ช่องย่อยเท่า ๆ กัน

เทอร์โมมิเตอร์โลหะอาศัยการขยายตัวของโลหะ
มาตราส่วนของเทอร์โมมิเตอร์แบบเซลเซียสและฟาเรนไฮต์



(ฟารินโฮต์ เป็นชื่อนักวิทยาศาสตร์ผู้เริ่มสร้างเทอร์โมมิเตอร์แบบนี้) และใส่เลข 32 กับจุดเยือกแข็งและเลข 212 กับจุดไอน้ำเดือด

๕. การเทียบมาตราส่วนเซนติเกรดและฟารินโฮต์

ควรสังเกตและเข้าใจให้ดีกว่า เมื่อเรานำเทอร์โมมิเตอร์ที่มีมาตราส่วนเซนติเกรดอันหนึ่ง และที่มีมาตราส่วนฟารินโฮต์อีกอันหนึ่ง ไปวัดอุณหภูมิของสิ่งเดียวกันในขณะเดียวกัน อุณหภูมินั้นย่อมเท่ากัน แต่ตัวเลขที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองนั้นไม่เท่ากัน เช่น ถ้าวัดอุณหภูมิของน้ำเย็นด้วยเทอร์โมมิเตอร์ชนิดเซนติเกรดได้ 25° ซ. เทอร์โมมิเตอร์ฟารินโฮต์ก็จะขึ้น 77° ฟ.

การวัดอุณหภูมิด้วยมาตราส่วนสองชนิดนี้ เหมือนกับเมื่อเราวัดความยาวของโต๊ะด้วยมาตราส่วนนิ้วและเซนติเมตร ความยาวของโต๊ะนั้นย่อมเท่ากันไม่ว่าจะใช้มาตราส่วนความยาวอะไร แต่ตัวเลขนั้นไม่เท่ากัน เพราะหน่วยความยาวแตกต่างกัน เช่น ถ้าโต๊ะยาว 36 นิ้ว เมื่อวัดเป็นเซนติเมตรจะยาว 90 เซนติเมตร เป็นต้น ดังนั้นเราจึงอาจเทียบหรือเปลี่ยนมาตราส่วนอุณหภูมิจากเซนติเกรดไปเป็นฟารินโฮต์หรือจากฟารินโฮต์ไปเป็นเซนติเกรดได้เช่นเดียวกับเมื่อเราเทียบ หรือเปลี่ยนมาตราส่วนความยาวซึ่งเป็นนิ้วไปเป็นเซนติเมตร

วิธีคำนวณแปลงมาตราส่วน เราอาจแปลงหรือเทียบมาตราส่วนเซนติเกรดและฟารินโฮต์ได้ดังนี้ ระหว่างจุดตรึงทั้งสองซึ่ง “กว้าง” เท่ากันบนเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองชนิด สำหรับชนิดเซนติเกรดมี 100 ช่อง แต่สำหรับชนิดฟารินโฮต์มี 180 ช่อง

ดังนั้น 1 ช่องเซนติเกรดกว้างเท่ากับ $\frac{180}{100}$ หรือ $\frac{9}{5}$ ช่องฟารินโฮต์ และ 1 ช่องฟารินโฮต์เท่ากับ $\frac{100}{180}$ หรือ $\frac{5}{9}$ ช่องเซนติเกรด

การแปลงมาตราส่วนเซนติเกรดให้เป็นฟารินโฮต์

1 ช่องเซนติเกรด = $\frac{9}{5}$ ช่องฟารินโฮต์

ดังนั้นถ้าทราบจำนวนช่องหรือองศาของมาตราส่วนเซนติเกรด เราจะได้จำนวนช่องฟารินโฮต์ = (จำนวนช่องเซนติเกรด) $\times \frac{9}{5}$ แต่จำนวนองศาของฟารินโฮต์เริ่มต้นจาก 32

ดังนั้น

$$\text{จำนวนองศาของฟารินโฮต์} = (\text{จำนวนองศาเซนติเกรด}) \times \frac{9}{5} + 32$$

ตัวอย่างที่ 1 ให้แปลง 30°ซ. เป็นมาตราส่วนฟาเรนไฮต์

$$\begin{aligned}\text{จำนวนองศาฟาเรนไฮต์} &= \text{จำนวนองศาเซนติเกรด} \times \frac{9}{5} + 32 \\ &= 30 \times \frac{9}{5} + 32 \text{ องศาฟาเรนไฮต์} \\ &= 54 + 32 \text{ หรือ } 86^{\circ}\text{ฟ.}\end{aligned}$$

การแปลงมาตราส่วนฟาเรนไฮต์เป็นเซนติเกรด จุดตรึงข้างล่างคือจุดเยือกแข็งของฟาเรนไฮต์ เริ่มต้นด้วย 32 ดังนั้นก่อนเทียบจำนวนช่อง เราต้องเอา 32 หักออกจากจำนวนองศาของฟาเรนไฮต์เสียก่อน เสร็จแล้วจึงจะเอาไปเทียบกับจำนวนช่องของเซนติเกรดได้

ดังนั้นจำนวนองศาฟาเรนไฮต์จำนวนหนึ่งจะมีจำนวนช่องเหนือจุดเยือกแข็งเพียง = (จำนวนองศาฟาเรนไฮต์ - 32) เราจะได้สูตรสำหรับแปลงมาตราส่วนดังนี้

$$\text{จำนวนองศาเซนติเกรด} = (\text{จำนวนองศาฟาเรนไฮต์} - 32) \times \frac{5}{9}$$

ตัวอย่างที่ 2 ให้แปลง 95°ฟ. เป็นมาตราส่วนเซนติเกรด

$$\begin{aligned}\text{จำนวนองศาในมาตราส่วนเซนติเกรด} &= (\text{จำนวนองศาฟาเรนไฮต์} - 32) \times \frac{5}{9} \\ &= (95 - 32) \times \frac{5}{9} \\ &= 63 \times \frac{5}{9} = 35^{\circ}\text{ซ.}\end{aligned}$$

แบบฝึกหัดบทที่ 17 ก.

1. มาตราส่วนอุณหภูมิที่สำคัญมีกี่ชนิด อะไรบ้าง และต่างกันอย่างไร
2. มีเทอร์โมมิเตอร์สองอัน อันหนึ่งมีมาตราส่วนเป็นเซนติเกรด อีกอันหนึ่งเป็นฟาเรนไฮต์ ถ้าเราใช้เทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองนี้วัดอุณหภูมิน้ำร้อนในถ้วยเดียวกัน อันแรกแสดงว่าน้ำมีอุณหภูมิ 75°ซ. อันที่สองแสดงเท่าไร
3. แปลง 40°ซ. ให้เป็นองศาฟาเรนไฮต์
4. แปลง 140°ฟ. ให้เป็นองศาเซนติเกรด
5. แปลง 90°ซ. ให้เป็นองศาฟาเรนไฮต์
6. แปลง 212°ฟ. ให้เป็นองศาเซนติเกรดโดยใช้สูตรหรือวิธีเทียบตามที่เรียนมา

๖. การวัดความร้อน - แคลอรี (Calorie)

ได้กล่าวมาแล้วว่า ความร้อน (พลังงาน) นั้นแตกต่างกับ อุณหภูมิ (ระดับของความร้อน) อุณหภูมินั้นบางทีในคำพูดธรรมดาเราใช้คำว่า “ความร้อน” ซึ่งมีหลายระดับ เช่น เย็นจัด เย็น ร้อน ร้อนจัด เป็นต้น

ดังนั้นจึงควรระวังอย่าให้ปนกัน อนึ่งให้สังเกตด้วยว่า คำว่า “ความเย็น” ในวิทยาศาสตร์นั้นหมายถึง ระดับความร้อนต่ำ หรืออุณหภูมิต่ำ ส่วนความร้อนนั้นเป็นพลังงานซึ่งมีอยู่ในสารและอาจวัดได้ว่ามีมากน้อยเท่าใด

นักวิทยาศาสตร์วัดปริมาณหรือจำนวนความร้อนเป็น คาลอรี กล่าวคือ ปริมาณความร้อน 1 คาลอรีจะทำให้ น้ำ 1 กรัมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น (ร้อนขึ้น) 1°C .

ฉะนั้นความร้อน 10 คาลอรีจะทำให้ น้ำ 1 กรัมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10°C . และจะทำให้ น้ำ 10 กรัมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°C . ดังนั้นถ้าทราบมวลสารของน้ำและอุณหภูมิที่สูงขึ้น เราก็จะทราบค่าของความร้อนที่น้ำได้รับดังนี้

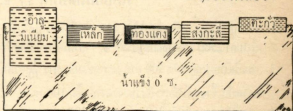
ปริมาณหรือความร้อน	=	มวลสารของน้ำ	$\times$	อุณหภูมิที่เพิ่ม
หรือ จำนวนคาลอรี	=	จำนวนกรัมของน้ำ	$\times$	องศาเซนติเกรดที่เพิ่ม

ตัวอย่างที่ 3 จงหาปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำ 200 กรัมร้อนขึ้นจาก 25°C . ไปเป็น 100°C .

$$\begin{aligned}\text{ปริมาณความร้อน} &= \text{จำนวนกรัมของน้ำ} \times \text{องศาเซนติเกรดที่เพิ่ม} \\ &= 200 \times (100 - 25) = 200 \times 75 = 15,000 \text{ คาลอรี}\end{aligned}$$

๗. ความจุความร้อน

ปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำ 200 กรัมและกระป๋องทองแดง 200 กรัมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นสี่องศา 1°C . นั้นไม่เท่ากัน สำหรับน้ำ



โลหะหนักและมีอุณหภูมิเท่ากันทำให้น้ำแข็งหลอมเหลวได้ไม่เท่ากัน เพราะมีความจุความร้อนไม่เท่ากัน

ต้องการความร้อนถึง 200 คาลอรีแต่กระป๋องทองแดงต้องการเพียงประมาณ 20 คาลอรีเท่านั้น ปริมาณความร้อนที่ทำให้วัตถุหนึ่งๆ มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°C . นี้เขาเรียกว่า ความจุความร้อน (Heat Capacity) ของวัตถุนั้น

จากตัวอย่างข้างบนนี้จะเห็นว่า ความจุความร้อนของวัตถุที่มีมวลสารเท่ากัน แต่เป็นสารต่างชนิดกันมีค่าไม่เท่ากัน นักวิทยาศาสตร์จึงเปรียบเทียบความจุความร้อนของสารชนิดหนึ่ง ๆ กับของน้ำซึ่งมีมวลสารเท่ากัน และให้ชื่อสมบัตินี้ว่า ความร้อนจำเพาะ (Specific Heat) ของสารนั้น เช่นจากตัวอย่างข้างบน ความร้อนจำเพาะของทองแดง = $\frac{20 \text{ แคลอรี}}{200 \text{ แคลอรี}} = \frac{1}{10}$ เป็นต้น ดังนั้นถ้าเราทราบมวลสารและความร้อนจำเพาะของสาร ก็จะหาปริมาณความร้อนที่สารได้รับและทำให้สารมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจำนวนหนึ่งได้จากสูตร

$$\text{ปริมาณความร้อนที่สารได้รับ} = \text{มวลสาร} \times \text{ความร้อนจำเพาะ} \times \text{อุณหภูมิที่เพิ่ม}$$

ถ้าสารเสียความร้อนไป

$$\text{ปริมาณความร้อนที่สารคายออก} = \text{มวลสาร} \times \text{ความร้อนจำเพาะ} \times \text{อุณหภูมิที่ลด}$$

ให้สังเกตว่าน้ำมีความร้อนจำเพาะ = 1

ตัวอย่างที่ 4 จงหาปริมาณ ความร้อนที่ทำให้ทองแดง 1 กิโลกรัมมีอุณหภูมิเพิ่มจาก 25° ซ. เป็น 100° ซ. ให้ความร้อนจำเพาะของทองแดง = $\frac{1}{10}$

ปริมาณความร้อน = มวลสาร $\times$ ความร้อนจำเพาะ $\times$ อุณหภูมิที่เพิ่ม

$$= 1000 \text{ กรัม} \times \frac{1}{10} \times (100 - 25) = 7500 \text{ แคลอรี}$$

แบบฝึกหัดบทที่ 17 ซ.

1. จงหาปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำ 450 กรัมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 35° ซ.
2. น้ำในกา 2500 กรัมมีอุณหภูมิ 20° ซ. ถ้าต้มน้ำจนเดือด (100° ซ.) น้ำได้รับความร้อนเท่าใด
3. กระป๋องทองแดงหนัก 300 กรัมมีความร้อนจำเพาะ $\frac{1}{10}$ เดิมมีอุณหภูมิ 18° ซ. จงหาปริมาณความร้อนซึ่งจะทำให้กระป๋องทองแดงเพิ่มขึ้น 100° ซ.
4. กระป๋องทองแดงหนัก 250 กรัมบรรจุ น้ำ 100 กรัมมีอุณหภูมิ 20° ซ. ถ้าตั้งไฟจนน้ำเดือด (100° ซ.) กระป๋องและน้ำได้รับความร้อนเท่าใด
5. ความร้อน 1440 แคลอรีทำให้สารชนิดหนึ่ง 900 กรัมมีอุณหภูมิเพิ่ม 20° ซ. จงหาความร้อนจำเพาะของสารนั้น
6. แคลอรี ความจุความร้อน และความร้อนจำเพาะคืออะไร
7. จงหาความจุความร้อนของสาร 80 กรัมซึ่งมีความร้อนจำเพาะ 0.9

การเปลี่ยนสถานะและความร้อนแฝง

๑. สถานะทั้งสามของสาร ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ

สารชนิดหนึ่งอาจดำรงอยู่ในสถานะใดสถานะหนึ่งในสามสถานะ กล่าวคือ สถานะ ของแข็ง ของเหลว หรือ ก๊าซ ได้ เช่นน้ำแข็งอยู่ในสถานะของแข็ง น้ำธรรมดาอยู่ในสถานะของเหลวและไอน้ำอยู่ในสถานะก๊าซ เราอาจให้นิยามสั้น ๆ แก่สถานะทั้งสามของสารได้ดังนี้

ของแข็ง มีทั้งขนาดและรูปร่างแน่นอนของมันเอง เช่นก้อนไม้ กระดาษ

ของเหลว มีขนาดแน่นอน แต่ดิ่รูปร่างตามภาชนะที่บรรจุอยู่ เช่น น้ำ นำนํ้ากัด

ก๊าซ มีทั้งขนาดและรูปร่างไม่แน่นอน จะพยายามขยายตัวเต็มภาชนะที่บรรจุอยู่เสมอ เช่นอากาศ ก๊าซออกซิเจน

ของแข็งนั้นต่อต้านแรงอัด แรงดันและแรงดึงให้เปลี่ยนรูปร่างและแตกแยกจากกันได้ดี ส่วนของเหลวและก๊าซนั้นไหลได้ เพราะต่อต้านแรงที่จะทำให้เปลี่ยนรูปร่างไม่ได้ ด้วยเหตุนี้บางทีเราจึงรวมเรียกของเหลวและก๊าซว่า **ของไหล**

๒. การเปลี่ยนสถานะ

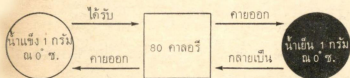
การเปลี่ยนแปลงสมบัติของสารจากสถานะหนึ่งไปอีกสถานะหนึ่งนั้น เราเรียกว่า **การเปลี่ยนสถานะ (Change of State)** การเปลี่ยนแปลงสถานะนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงกายภาพหรือทางฟิสิกส์ประเภทหนึ่ง เพราะเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง สารชนิดนั้นก็ยังเป็นชนิดเดิมอยู่

เมื่อสารอยู่ในสถานะของแข็งได้รับพลังงานความร้อนมากขึ้นๆ โมเลกุลของสารจะสั่นเร็วขึ้นๆ แต่ก็ยังอยู่กับที่ และในขณะเดียวกันอุณหภูมิของสารก็จะเพิ่มขึ้นจนถึงอุณหภูมิหนึ่งซึ่งโมเลกุลจะมีพลังงานมากจนเริ่มเคลื่อนที่วิ่งไปมาได้ สารนั้นก็จะเริ่มเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว การเปลี่ยนแปลงนี้เรียกว่า **การหลอมเหลว** ในระหว่างที่หลอมเหลวนั้นอุณหภูมิของสารจะคงเท่าเดิมตลอดเวลา แม้จะได้ความร้อนเพิ่ม อุณหภูมินี้เรียกว่า **จุดหลอมเหลว** เช่นจุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง คือ 0°C , 32°F และ 273°K ตามลำดับ เมื่อกลายเป็นของเหลวหมดแล้วอุณหภูมิก็จะเริ่มเพิ่มสูงขึ้นอีกไป

จนถึงอุณหภูมิอีกจุดหนึ่ง ซึ่งโมเลกุลจะมีพลังงานมากจนวิ่งหนีจากกันได้เป็นอิสระ ของเหลวก็จะเดือด ระหว่างที่เดือดอยู่นี้ อุณหภูมิของของเหลวจะเท่าเดิมตลอดเวลา และอุณหภูมินี้เรียกว่า จุดเดือด เช่นจุดเดือดของน้ำ อัลกอฮอล์และปรอท มีค่า 100°ซ. , 78°ซ. และ 357°ซ. ตามลำดับ ถ้าก๊าซและของเหลวคายความร้อนออกก็จะเกิดผลตรงข้าม อนึ่งควรสังเกตว่า เมื่อก๊าซหรือไอกลายเป็นของเหลว เขามักเรียกการเปลี่ยนสถานะว่า การกลั่นตัว และเมื่อของเหลวกลายเป็นของแข็ง เราเรียกการเปลี่ยนสถานะว่า การกลายเป็นของแข็ง และอุณหภูมินี้บางทีเรียกว่า จุดเยือกแข็ง ดังนั้นจุดเยือกแข็งก็คือจุดหลอมเหลวนั่นเอง

๓. ความร้อนแฝง

ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะโดยอุณหภูมิไม่เพิ่ม เขาเรียกว่า ความร้อนแฝง (Latent Heat) ความร้อนแฝงมี 2 ชนิดคือ ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว และ ความร้อนแฝงของไอหรือการกลายเป็นไอ

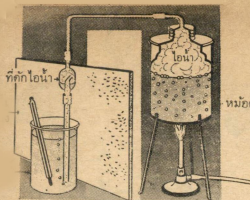


(1) ความร้อน

แฝงของการหลอมเหลว คือปริมาณความร้อนที่ทำให้สาร 1 กรัมเปลี่ยน

สถานะจากของแข็งไปเป็นของเหลวโดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง เช่นความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำ = 80 แคลอรีต่อกรัม นั่นคือ ปริมาณความร้อน 80 แคลอรีจะทำให้ น้ำแข็ง 1 กรัม ณ 0°ซ. กลายเป็นน้ำเหลวทั้งหมด ณ 0°ซ. อนึ่งเมื่อน้ำเหลว 1 กรัม ณ 0°ซ. กลายเป็นน้ำแข็ง 1 กรัม ณ 0°ซ. นั้น น้ำจะคายความร้อนออก 80 แคลอรี

(2) ความร้อนแฝงของไอหรือการกลายเป็นไอ คือปริมาณความร้อนที่ทำให้สาร 1 กรัมเปลี่ยนสถานะจากของเหลว ไปเป็นไอโดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง เช่นความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำ = 540 แคลอรีต่อกรัม นั่นคือ ปริมาณความร้อน 540 แคลอรีจะทำให้ น้ำเดือด 1 กรัม ณ 100°ซ.



เครื่องมือสำหรับหาความร้อนแฝงของไอน้ำ

กลายเป็นไอน้ำทั้งหมด ณ 100°C .อนึ่งเมื่อไอน้ำ 1 กรัม ณ 100°C .

กลายเป็นน้ำเหลว 1 กรัม

ณ 100°C . นั้น ไอน้ำจะคาย

ความร้อนออกมา 540 แคลอรี

สูตรสำหรับ หาปริมาณ

ความร้อน เมื่อ มีการ เปลี่ยน
แปลงสถานะ แต่อุณหภูมิคง
เดิมมีดังนี้



$$\text{ปริมาณความร้อน} = \text{มวลสาร} \times \text{ความร้อนแฝง}$$

ตัวอย่างที่ 1 จงหาปริมาณความร้อนที่จะทำให้น้ำแข็ง 250 กรัม
หลอมเหลวกลายเป็นน้ำเย็น ณ 0°C . ทั้งหมด

$$\text{ปริมาณความร้อน} = \text{มวลสาร} \times \text{ความร้อนแฝง}$$

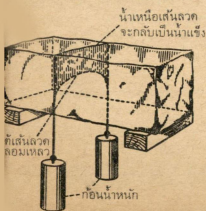
$$= 250 \times 80 = 20,000 \text{ แคลอรี}$$

๔. เหตุสำคัญ 2 เหตุที่ทำให้จุดหลอมเหลวและจุดเดือดเปลี่ยนแปลง คือ

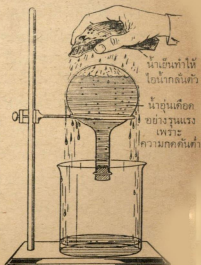
(1) ความกดดัน (2) สิ่งเจือปน

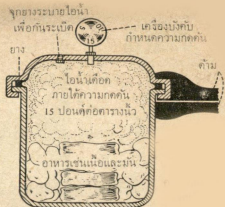
ได้กล่าวถึงเรื่องนี้ไว้บ้างแล้วในบทที่ 6 ว่าด้วยการเปลี่ยน
สถานะของน้ำ ดังนั้นในหัวข้อนี้จะได้สรุปไว้เพียงสั้น ๆ

(1) ความกดดันทำให้จุดหลอมเหลวของน้ำลดต่ำลง



เมื่อเราออกแรงกดน้ำ-
แข็งใสากบ น้ำแข็งจะ
เริ่มแล้วกลายเป็นน้ำ
เหลว แต่พอปล่อยมือ
น้ำเหลวที่จะกลับ เป็น
น้ำแข็งประสานให้เนื้อ
เกล็ดน้ำแข็งกลับติดกัน
แน่นเป็นก้อนเดียว นี
ย่อม แสดงว่าความกด-
ดันทำให้น้ำแข็งหลอม
เหลวได้ และทำให้จุด





หลอมเหลวของน้ำแข็งลดต่ำลง

ความกดดันทำให้จุดเดือดของสารต่าง ๆ

เพิ่มขึ้นเสมอ ไอน้ำหรือก๊าซต่าง ๆ ณ อุณหภูมิจุดเดือด เมื่อถูกกดดันมากขึ้นก็จะกลั่นตัวกลายเป็นของเหลวเสมอ และเมื่อของเหลวถูกกดดันมากขึ้น ของเหลวก็จะเดือด ณ อุณหภูมิสูงขึ้น แต่ถ้าเราลดความกดดันบนผิวของของเหลว ของเหลวก็จะเดือด ณ อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดปกติ

(2) สิ่งเจือปนในของเหลวจะทำให้จุดเยือกแข็งลดต่ำลง เช่นน้ำปรกติจะกลายเป็นน้ำเมื่อถ่ายความร้อนออก ณ 0°C . แต่ถ้ามีเกลือละลายปนอยู่ น้ำแข็งจะแข็งตัว ณ อุณหภูมิต่ำกว่า 0°C . ด้วยเหตุนี้เอง เมื่อเราเอาเกลือใส่ลงไปในน้ำแข็ง ๆ จึงหลอมเหลว

๕. การนำความรู้ เรื่องการ เปลี่ยน แปลง สถานะ ไปใช้ ประ โยชน์ ในชีวิตประจำวัน

(1) ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำ เราใช้น้ำแข็งถนอมรักษาอาหารและทำให้อาหาร ผลไม้และน้ำอืดลมเย็นได้ ก็เพราะเมื่อน้ำแข็ง 1 กรัมหลอมเหลวนั้น น้ำแข็งดูดเอาความร้อนจากสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ใกล้ ๆ ไป 80 แคลอรี ทำให้สิ่งเหล่านั้นเย็นลง ถ้ามีน้ำแข็งมากพอและมีอุณหภูมิ 0°C . สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ก็จะเย็นลงจนถึง 0°C . ด้วย

ถ้าต้องการให้เย็นลงกว่านี้ เราต้องเอาเกลือใส่น้ำแข็ง เพราะน้ำแข็งปนเกลือมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่า 0°C . ด้วยเหตุนี้เองเราจึงใช้น้ำแข็งปนเกลือในการทำไอศกรีมได้

(2) ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอน้ำ เราใช้ไอน้ำในการนึ่งอาหาร เครื่องใช้ของแพทย์ เช่นเข็มฉีดยา สำลี และผ้าพันแผล เพื่อฆ่าเชื้อโรคได้ดี เพราะไอน้ำเดือด 1 กรัม ณ 100°C . เมื่อกลายเป็นน้ำเดือดคนแผ่คายความร้อนออกให้แก่สิ่งที่อยู่ใกล้ ๆ ได้ถึง 540 แคลอรี

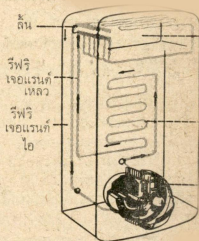
(3) การกลายเป็นไอภายใต้ความกดดันต่ำ ได้กล่าวมาแล้วว่า ลดความกดดันลง จุดเดือดจะต่ำลงด้วย ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้สาร

เช่น น้ำตาล หรือนมเปลี่ยนหรือเสื่อมคุณภาพเมื่อร้อนจัด เราจึงใช้วิธีนี้ในการทำน้ำตาลทรายและนมผง

(4) การกลายเป็นไอทำให้อุณหภูมิลดลง เมื่อของเหลวระเหยกลายเป็นไอ ไอก็จะพาเอาความร้อนแฝงจากของเหลวที่เหลืออยู่ติดออกไปด้วยทำให้ของเหลวเย็นลง ทุกคนคงเคยสังเกตแล้วว่า เมื่อเราเทอัลโกฮอลใส่่มืออัลโกฮอลจะระเหย และมือเราเย็นลง และหลังจากอาบน้ำถ้าเราพัดให้น้ำระเหย เรารู้สึกเย็น ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะเหตุเดียวกัน

เครื่องทำความเย็น เช่น ตู้เย็นไฟฟ้า และเครื่องทำน้ำแข็ง ก็อาศัยหลักดังนี้

ตู้เย็นไฟฟ้าโดยทั่วไปบรรจุด้วย ของเหลว ชื่อ ฟร็อนส์ (Freons) ของเหลวนี้อะระเหยได้ง่าย เมื่อปล่อยให้ระเหยกลายเป็นไอไหลไปตามขดท่อในตู้ ภายในตู้เย็นก็จะเย็นลง แล้วไอฟร็อนส์จะถูกสูบโมเตอร์ไฟฟ้าดูด และอัดให้กลับเป็นของเหลวไว้ในถังเล็ก ๆ ภายนอกตู้ ระหว่างถูกอัดกลายเป็นของเหลวนี้ ฟร็อนส์จะร้อนและคาย ความร้อนแฝงออกให้แก่อากาศภายนอกตู้ แล้วฟร็อนส์เหลวก็จะไหลและระเหยเป็นไออีก เช่นนี้สลับกันไป ภายในตู้จึงเย็นลง ๆ จนในที่สุดน้ำในช่องน้ำแข็งกลายเป็นน้ำแข็ง ดังนั้นเราจึงสรุปได้ว่า การระเหยของฟร็อนส์เหลว (ในตู้เย็นน้ำแข็ง) และการกลั่นตัวของไอฟร็อนส์ (นอกตู้เย็น) สลับกันช่วยนำเอาความร้อนจากภายในตู้เย็นออกมาสู่อากาศภายนอก ภายในตู้เย็นจึงเย็นลง ๆ



แบบฝึกหัดบทที่ 18

จงเติมคำลงในช่องว่าง

- ก. น้ำเดือด 1 กรัม ณ 100°C . จะกลายเป็นไอลทั้งหมดเมื่อได้รับความร้อน.....
แคลอรี และปริมาณความร้อนนี้เรียกว่า.....
- ข. น้ำแข็ง 1 กรัม ณ 0°C . จะกลายเป็นน้ำเหลวทั้งหมดเมื่อได้รับความร้อน.....
..... แคลอรีและปริมาณความร้อนนี้เรียกว่า.....
- ค. เมื่อเอามือกดน้ำแข็งในถ้วยแก้ว แก้วนี้ น้ำแข็งจะ.....
และเมื่อยกมือขึ้น.....
- ง. เมื่อลดความดัน จุดเดือดของน้ำจะ.....

ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำ = 80 แคลอรีต่อกรัม ปริมาณความร้อนเท่าใดจะทำให้
น้ำแข็ง 100 กรัม ณ 0°C . หลอมเหลวทั้งหมดและอุณหภูมิเท่าเดิม

3. เมื่อเอาช้อนน้ำแช่ลงในน้ำแข็ง ณ 0°C . ปรากฏว่าน้ำแข็งหลอมเหลว 25 กรัม ช้อนน้ำถ่ายความร้อนให้แก่ น้ำแข็งที่กาลอรี ถ้า น้ำแข็งและน้ำในช้อนเย็น 0°C .
4. ใส่น้ำ 30 กรัม ณ 100°C . ถัดนั้นตัวเป็นน้ำ ณ 100°C . จงหาว่าไอน้ำคายความร้อนออกเท่าใด ถ้าความร้อนแฝงของไอน้ำ = 540 แคลอรีต่อกรัม
5. น้ำเดือด ณ 100°C . กลายเป็นไอน้ำ 1 กิโลกรัม จงหาว่าน้ำได้รับความร้อนจากไฟเท่าใด
6. ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำ และความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำคืออะไร
7. เราใช้ความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะเป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง

บทที่ 19

การส่งผ่านความร้อนและประโยชน์ของความร้อน

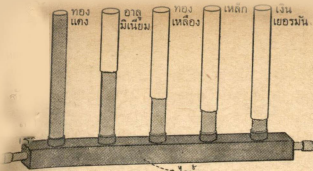
๑. การส่งผ่านความร้อน 3 วิธี

ในชีวิตของเรา เราคุ้นเคยกับปัญหาการถ่ายเทความร้อนอยู่เสมอ เมื่อเราเอาน้ำใส่กาแล้วตั้งไฟ น้ำจะร้อนขึ้น ๆ จนเดือด เมื่อเอามืออังไฟ เราารู้สึกร้อน ในฤดูร้อนเราชอบไปตากอากาศชายทะเลหรือ ขึ้นไปบนภูเขาสูง ๆ เมื่ออยู่กลางแจ้งเราารู้สึกร้อน และถ้าเราจับที่นอนเหล็กและที่นอนไม้ซึ่งตากแดดอยู่ด้วยกันนาน ๆ เราจะรู้สึกว่าเหล็กร้อนกว่าไม้ โรงไฟฟ้าและโรงงานมีปล่องไฟสูง ๆ และตะเกียงน้ำมันมีหลอดแก้วเป็นต้น เราอาจจะตอบปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ได้ง่ายถ้าเราเรียนรู้เกี่ยวกับ การเคลื่อนที่ของความร้อน ซึ่งภาษาวិทยาศาสตร์เรียกว่า การส่งผ่านความร้อน ความร้อนอาจเคลื่อนที่จากแห่งหนึ่งไปสู่อีกแห่งหนึ่งหรือ ส่งผ่าน ได้ 3 วิธีด้วยกัน กล่าวคือ (1) การนำ (2) การพา และ (3) การแผ่รังสี

(1) การนำความร้อน คือการที่ความร้อนถูกสารถานำจากที่แห่งหนึ่งไปสู่อีกแห่งหนึ่ง โดย โมเลกุลของสสารไม่เคลื่อนที่ไปจากที่เดิมเลย แต่จะทำให้โมเลกุลที่อยู่ติดไปสั่นสะเทือนเร็วขึ้นทยอยกันไป

(2) การพาความร้อน คือการที่ความร้อนถูกสารถานำจากที่แห่งหนึ่งไปสู่อีกแห่งหนึ่ง โดย โมเลกุลวิ่งพาเอาความร้อนที่ได้รับติดไป จากที่เดิมไปสู่ที่อื่น

(3) การแผ่รังสี คือการที่ความร้อนถูกแผ่กระจายจากแหล่งกำเนิดเป็นรังสีออกไปโดยรอบไม่อาศัยสสารและไม่ทำให้โมเลกุลของสสารร้อนขึ้นเลย



แท่งโลหะชนิดต่าง ๆ ผิวน้ำไขเย็น ปลายข้างหนึ่งอยู่ในไอน้ำ ไขเย็น
หลอมเหลวได้เร็วแตกต่างกัน เพราะมีความนำไม่เท่ากัน

๒. การนำความร้อน (Conduction of Heat)

(1) ความร้อนถูกนำ
ไปอย่างไร ทุกคนคงเคยพบ
มากับตัวเองแล้วว่า เมื่อจุ่ม
ช้อน โลหะ ลงในน้ำแกง ร้อน ๆ

สักครู่จะรู้สึกได้ว่า ค้ำมช้อนซึ่งไม่อยู่ในแกงเลยร้อนขึ้นด้วย ถ้าแกงนั้นร้อนจัด
ค้ำมช้อนก็จะร้อนมากจนจับไม่ได้ และเมื่อเราจับแท่งเหล็กแห้งเข้าไปในเตาไฟ
เราก็จะรู้สึกร้อนมือ ถ้าทิ้งไว้ก็จะเป็นร้อนขึ้นมากจนในที่สุดจับไม่ได้ กันเตารีดก็
เช่นเดียวกัน แม้ถ่านแดง ๆ จะอยู่ข้างบนเหล็กกันเตารีด กันเตารีดก็ร้อนจัดมาก

การที่ความร้อนถูกถ่ายเทจากปลายช้อนโลหะไปสู่ค้ำมช้อนก็ดี จากปลายเหล็กที่แห้งเข้าไปใน
ไฟมาซึ่งส่วนที่อยู่นอกไฟก็ดี และจากข้างในเตารีดมาสู่กันเตารีดก็ดี เป็นการถ่ายเทความร้อนด้วย
สสารในสถานะของแข็ง จากส่วนที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่ส่วนที่มีอุณหภูมิต่ำทั้งนั้น และในการนี้เนื้อของ
สสารของแต่ละส่วนยังอยู่ที่

เราอาจทำการทดลองโดยใช้แท่งโลหะเพื่อแสดงว่า การนำเป็นการส่งถ่ายความร้อนเป็นทอดๆ
ไปตามเนื้อของสสารในสถานะของแข็งได้ดังนี้

หาแท่งโลหะหรือลวดเส้นใหญ่ๆ ขาวประมาณสองฟุตตามากแท่งหนึ่ง บินขึงเป็นก้อนเล็กๆ
ขนาดเท่ากันสักสิบก้อน เอาขึงกดให้ติดกับแท่งโลหะให้ห่างเป็นระยะประมาณ 1 นิ้ว แห้งปลายข้าง
หนึ่งเข้าไปในเปลวไฟเทียนไข แล้วสังเกตดู ไม้ซึ่งก็จะเห็นก่อนขึงซึ่งที่ใกล้ไฟที่สุดนั้นไหม้ แล้วหล่น
หลุดจากแท่งโลหะ ต่อมาก้อนถัดๆ ออกไปก็หล่นหลุดออกตามลำดับ การที่ก้อนขึงซึ่งที่อยู่ใกล้ไฟ
หล่นหลุดและหลุดลงก่อนก้อนที่อยู่ห่างออกไปนี้ย่อมแสดงว่า ความร้อนค่อยไหลจากปลายร้อนมา
สู่ปลายเย็นมากขึ้น ๆ และทำให้อุณหภูมิของส่วนต่างๆ ของแท่งโลหะเพิ่มขึ้นๆ

การทดลองนี้แสดงให้เห็นได้ชัดว่า ความร้อนที่เคลื่อนที่จากปลายร้อนไปยังค้ำมช้อน จาก
ผิวล่างของกันกาเข้าไปผิวใน และจากผิวในของกันเตารีดไปยังผิวนอกนั้น ถูกนำไปเป็นทอดๆ
ทยอยไปตามเนื้อของของแข็ง เพราะถ้าความร้อนถูกนำไปรวดเร็วพร้อมกันแล้ว อุณหภูมิทุกส่วน
ของแท่งโลหะที่ติดขึง ก็ต้องเพิ่มขึ้นพร้อมกันและเท่ากัน และขึงทุกก้อนก็ต้องร่วงลงพร้อมกัน

(2) วัตถุต่าง ๆ นำความร้อนได้ไม่เหมือนกัน—ตัวนำและฉนวน เมื่อ
ใช้ช้อนเงินหรือช้อนโลหะตักแกงร้อน ๆ เราจะรู้สึกร้อนมือมาก และเมื่อยก
ช้อนน้ำแกงขึ้นชด เราจะรู้สึกว่าริมฝีปากที่สัมผัสกับช้อนร้อนจัดมากกว่าน้ำ
แกงเสียอีก ดังนั้น เราจึงมักใช้ช้อนกระเบื้องตักน้ำแกงร้อน ๆ เพราะค้ำม

ของมันจะไม่ร้อน เราจับได้สบาย และเมื่อข้อสัมผัสมีผิวสัมผัสปากก็ไม่มีรู้สึกร้อนมาก หรือเมื่อเราเทน้ำร้อนใส่ขันอาณานิเขินแล้วจับดู เราก็รู้สึกร้อนมาก แต่ถ้าใส่ในถ้วยแก้ว เราจะไม่มีรู้สึกร้อนเท่าไร ถ้าใส่ชาหรือถ้วยกระเบื้องเราแทบจะไม่รู้สึกร้อนเลย อนึ่ง ถ้าเราลองเอาแท่งแก้วยาวสักห้าหกนิ้วใส่เข้าไปในไฟแดงๆ แล้วจับปลายข้างหนึ่งดู เราจะไม่มีรู้สึกร้อนอยู่เป็นเวลานาน แม้เมื่อปลายแท่งแก้วที่อยู่ในไฟร้อนแดงแล้ว เราก็ยังจับได้ เมื่อลองกับไม้บ้างก็จะเห็นได้ว่า ความร้อนผ่านไม้มาได้ค่อนข้างลำบากเหมือนกัน เช่นเมื่อเราขีดไม้ขีดไฟ แม้ปลายข้างหนึ่งติดไฟลุกแล้ว เราก็ยังจับปลายอีกข้างหนึ่งได้ ทั้งๆที่มีอยู่ห่างจากเปลวไฟเพียงนิ้วครึ่งเท่านั้น แต่ถ้าเราลองใช้เข็มหมุดขนาดเล็กๆ กันจ่อไฟดูบ้าง ในไม้ที่เราจะต้องทิ้งเข็มหมุดทันที

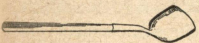
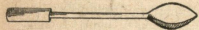
สิ่งที่นำความร้อนได้ดีเช่นโลหะต่างๆ นั้น เขาเรียกว่า **ตัวนำความร้อน (Conductor of Heat)** และสิ่งที่นำความร้อนไม่ค่อยดี เช่น ไม้ แก้ว กระเบื้อง สาลี นุ่น อากาศ เหล้า ฯลฯ เรียกว่า **ฉนวนความร้อน (Insulator of Heat)**

เราอาจทำการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่า แม้แต่โลหะด้วยกันก็นำความร้อนได้ดีไม่เท่ากัน ไม้และแก้วเป็นฉนวนความร้อน ได้ดังต่อไปนี้

หาแท่งวัตถุชนิดต่างๆ เช่น ทองแดง เหล็ก ไม้ และแก้วขนาดเท่าๆ กันมาเสียบกับจุกไม้ก๊อก แล้วเสียบเข้าไปในรูข้างถังน้ำ บนแท่งวัตถุเหล่านี้ติดด้วยก้อนขี้ผึ้งไว้ เทน้ำเดือดๆ ลงในถัง แล้วสังเกตดูจะเห็นว่า ก้อนขี้ผึ้งที่อยู่ใกล้ถังน้ำร้อนหลอมเหลวหลุดจากแท่งทองแดงก่อน ถัดไปก้อนขี้ผึ้งก็จะหลอมหลุดจากแท่งเหล็ก แต่จะไม่ละลายหลุดจากแท่งไม้และแก้ว ทั้งนี้ย่อมแสดงว่าทองแดงเป็นตัวนำความร้อนที่ดีกว่าเหล็ก ส่วนไม้และแก้วเป็นฉนวนความร้อน

(3) ประโยชน์ของตัวนำ ฉนวนและความรู้เกี่ยวกับเรื่องนี้ ตามเหตุผลดังกล่าวแล้วข้างต้นนี้ เราจึงใช้ฉนวนและตัวนำในที่ต่างๆ กัน แล้วแต่ว่าต้องการให้ความร้อนถ่ายเทผ่านหรือเข้าไปในสิ่งนั้นเร็วหรือช้าอย่างไร หรือไม่ต้องการเลย

สิ่งใดที่เราต้องการให้ความร้อนผ่านหรือถ่ายเทเข้าไปได้เร็ว เราก็ใช้ตัวนำ เช่นในการทำเตารีด กระทะ หม้อหุงต้มอาหาร หม้อต้มน้ำ และกาน้ำ



เราใช้โลหะซึ่งเป็นตัวนำทั้งนั้น ถ้าหากเราใช้ฉนวน เช่นดินเผาแทนโลหะ มันก็จะร้อนช้ากว่าจะหุงต้มอาหารสุกและน้ำจะเดือดก็สิ้นเปลืองเวลา และสิ้นไฟมาก แต่ตามแถบชนบทของเราที่พื้นราคาดูกก็ยังใช้หม้อและกาทำด้วยดินเผาอยู่บ้าง เพราะเครื่องดินเผาราคาถูกกว่าโลหะ แต่หม้อดินเผาที่ดีอย่างหนึ่งคือ เมื่อตั้งไฟจนน้ำเดือด มือจับ

ก็ไม่ค่อยร้อน ส่วนภาชนะโลหะเมื่อจับจะร้อนมาก
ดังนั้นเขาจึงป้องกันความร้อนไม่ให้ถ่ายเทถึงมือได้

โดยเอาฉนวน เช่น ไม้หุ้มที่มือจับไว้ เครื่องใช้อื่นๆ

ที่ไม่ต้องการให้ความร้อนถ่ายเทผ่าน เช่น ถ้วยน้ำชา

บ้านชา กระຈ้า ถ้ามะหลิว ข้อนตักแกง เขาทำ

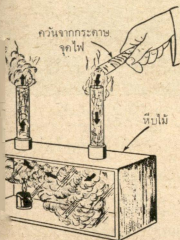
ถ้วยฉนวน เช่น กระเบื้องเคลือบและไม้ทั้งนั้น

นอกจากนี้เรายังใช้ฉนวนในที่ต่างๆอีกหลายอย่าง เช่น เสื้อผ้าหุ้มห่อร่างกายให้อบอุ่นก็เป็น
ฉนวน เสื้อผ้าและอากาศป้องกันไม่ให้ความร้อนถูกถ่ายเทผ่านเข้าและออกจากร่างกายได้สะดวก
ลองนึกดูว่า ถ้าเครื่องหุ้มห่อร่างกายเป็นโลหะ เมื่อเราไปยืนอยู่กลางแดดเราจะรู้สึกร้อนเพียงใด แม้
แต่เราจับราวเหล็กกลางแดดในฤดูร้อนเรายังต้องสะดุ้ง ทั้งนี้เพราะโลหะนำความร้อนมาสู่ตัวเราได้เร็ว
เร็วมาก และพอถึงฤดูหนาวเราก็ถึงหนาวเย็นมาก เพราะความร้อนถูกถ่ายเทผ่านโลหะออกไปได้เร็ว
ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เสื้อผ้าและอากาศภายในเสื้อผ้าป้องกันไม่ให้ความร้อนเข้าและออกจากร่างกายได้
สะดวก

ขี้เลื่อยที่ใส่หุ้มและเก็บน้ำแข็งเพื่อให้อยู่ได้นานๆก็เป็นฉนวนเหมือนกัน ขี้เลื่อยกับอากาศ
ของอยู่ระหว่างขี้เลื่อยป้องกันไม่ให้ความร้อนผ่านเข้า ไปยังก้อน น้ำแข็ง ได้ สะดวก น้ำแข็งจึงหลอม
เหลวช้า

๓. การพาความร้อน

การพาความร้อนต้องอาศัยสสารในสถานะของเหลวหรือก๊าซ เมื่อโมเลกุล
ของของเหลวหรือก๊าซได้รับความร้อน ก็จะเคลื่อนที่พาเอาความร้อนจากส่วน
หนึ่งของสสารไปสู่อีกส่วนหนึ่ง ทำให้ส่วนที่เย็น
กว่าร้อนขึ้นด้วย



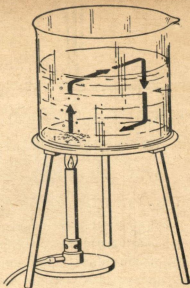
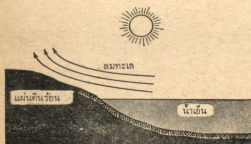
เราจะมองเห็นการพาในของเหลวได้ชัดเมื่อเราต้มน้ำใน
ถ้วยแก้ว ที่แรกความร้อนจากไฟจะถูกแก้วนำไปสู่ น้ำ โมเลกุล
ของน้ำที่อยู่ใกล้ถ้วยจะลอยพุ่งขึ้นมาสู่ผิว โมเลกุลที่เย็นกว่าที่ผิว
ก็จะจมลงไป เกิดเป็นสายน้ำวนเวียน ถ้าเราหยดหมึกลงไป
ข้างถ้วยแก้ว เราก็จะมองเห็นสายน้ำได้ชัดขึ้น การพาในของแข็ง
ให้ความร้อนแผ่ไปสู่ส่วนต่างๆของของเหลว และทำให้ของ
เหลวเดือดได้รวดเร็ว

เมื่อน้ำเดือดและไอน้ำลอยขึ้นมาจากผิว น้ำ ไอน้ำก็จะ
พาเอาความร้อนติดขึ้นไปด้วย เราอาจทดลองแสดงการพา
ความร้อนในก๊าซได้โดยใช้ควันช่วยให้มองเห็นการเคลื่อนที่ของ

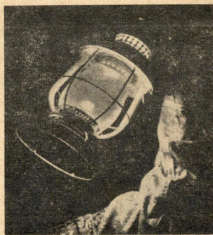
โมเลกุล ก๊าซหรือของอากาศได้ ใช้กับซึ่งมีด้านหนึ่งเป็นแผ่นแก้วและฝาข้างบนมีปล่องสองปล่อง จุดเทียนไขวางตั้งไว้ในหีบตรงปล่องหนึ่ง และจุดธูปจ่อที่ปลายบนของปล่องอีกอันหนึ่ง อากาศเหนือเปลวเทียนจะร้อนพองตัวและมีความหนาแน่นน้อยกว่า ก็จะลอยขึ้นและพาเอาความร้อนขึ้นไปตามปล่อง อากาศภายนอกหีบที่เย็นกว่าและคว้นจากรูปก็จะถูกดูดเข้าทางอีกปล่องหนึ่งลงไปในหีบแล้วลอยออกทางปล่องเหนือเปลวไฟ

ลมบก ลมทะเล หรือ ลม ชนิด อื่น ๆ
ตลอดจน กระแส น้ำใน ทะเล มหาสมุทร เกิดขึ้นเพราะการพาทั้งสี่

เขานำเอาความรู้เกี่ยวกับการพาไปใช้

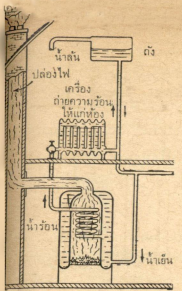


การพาในน้ำ



ตะเกียงรัวใช้น้ำมันก๊าดเป็นเชื้อเพลิง

ในชีวิตประจำวันอยู่เสมอ เป็นต้นว่า ตะเกียงหลอด และตะเกียงรัว ไฟลุกสว่างก็เพราะอากาศเหนือเปลวไฟซึ่งมีคาร์บอนไดออกไซด์มากร้อนขึ้นจึงพาเอาความร้อนลอยขึ้นไป อากาศจากข้างนอกซึ่งมีออกซิเจนอยู่มากและเย็นจะถูกดูดเข้าไปตามรู ซึ่งอยู่ส่วนล่างของตะเกียง ช่วยให้ไฟลุกได้ดีและสว่าง ปล่องไฟสูงตามโรงงานที่ใช้เชื้อเพลิงก็อาศัยการพาความร้อน ทำให้เชื้อเพลิงติดไฟได้ดี และช่วยให้ภายในโรงงานไม่ร้อนจัด ไม่มีควัน และไม่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาก ทำให้มีอากาศบริสุทธิ์สำหรับคนงาน

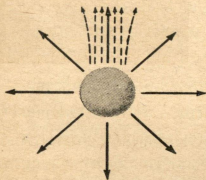


การพาในน้ำ
ทำให้บ้านเรือนในประเทศหนาวอบอุ่น

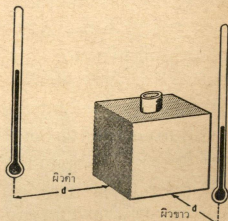
ก็จะสิ้นและมีพลังงานความร้อน

ความร้อนส่วนใหญ่ที่โลกได้รับมาจากดวงอาทิตย์ โดยการแผ่รังสีซึ่งที่เคยเรียนมาแล้ว

เมื่อโมเลกุลของสารได้รับรังสีความร้อนนั้น สารบางชนิดก็ร้อนขึ้นเร็วมาก บางชนิดก็ร้อนขึ้นน้อยหรือแทบไม่ร้อนขึ้นเลย ทั้งนี้เพราะผิวของสารบางชนิด ดูดกลืน (Absorb) พลังงานความร้อนได้ดี และผิวของสารบาง



ความร้อนถ่ายเทจากก้อนโลหะร้อน
โดยการแผ่รังสีออกไปรอบ
และโดยการพาในอากาศขึ้นข้างบน



เทอร์โมมิเตอร์อยู่ทาง ผิวดำ
และผิวขาวเท่ากัน

หายใจและทำงานอย่างไรรู้ ในประเทศหนาวเขาใช้น้ำต้มทำความอบอุ่นในบ้าน หม้อต้มน้ำจะอยู่ชั้นล่าง และ วางท่อน้ำร้อน ไปตามส่วนต่างๆ ของบ้าน น้ำร้อนจะพาเอาความร้อนจากเตาขึ้นไปสู่ส่วนต่างๆ ของบ้าน เมื่อถ่ายความร้อนแล้วเย็นลงก็จะไหลกลับลงไปสู่หม้อน้ำ ววนเวียนอยู่เช่นนี้ตลอดเวลา

๔. การแผ่รังสีความร้อน (Radiation)

ในการแผ่รังสีนี้ กลิ่นความร้อนซึ่งเป็นพลังงานรังสีจะแผ่จากต้นกำเนิดออกไปโดยรอบโดยไม่ต้องอาศัยสารเป็นตัวกลางส่งผ่านออกไป เมื่อรังสีความร้อนไปกระทบโมเลกุลของสาร โมเลกุล

ชนิดที่ สะท้อน (Reflect) พลังงานความร้อนได้ดี วัตถุเย็นซึ่งมีสีดำและผิวขรุขระดูดความร้อนได้ดีและร้อนขึ้นได้เร็วมาก ส่วนวัตถุเย็นซึ่งมีสีขาวหรือผิวขี้ตื้นมันและเรียบสะท้อนความร้อนได้ดี และจะร้อนขึ้นช้าหรือแทบไม่ร้อนขึ้นเลย อย่าง วัตถุต่างๆ ที่ร้อนอยู่แล้วจะแผ่รังสีออกไปโดยรอบ อยู่ตลอดเวลา ปรากฏว่า วัตถุสีดำและผิวขรุขระซึ่งดูดความร้อนได้ดี จะแผ่รังสีออกได้ดีกว่าวัตถุซึ่งสะท้อนความร้อนได้ดี

บรรยากาศซึ่งหุ้มห่อโลกมีประโยชน์ต่อโลกมาก กล่าวคือ ช่วยรักษาอุณหภูมิของโลกให้สม่ำเสมอทั้งโดยการพา ก็ทำให้เกิดลมและกระแสในมหาสมุทรดังกล่าวมาแล้ว - และโดยการแผ่รังสีด้วย เมื่อรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์มากระทบบรรยากาศ ๆ จะดูดรังสีบางชนิด ซึ่งจะเป็อันตรายต่อเราเอาไว้บ้างไม่ให้มาถูกตัวเรามากเกินไป และบรรยากาศก็จะอุ่นขึ้นด้วย อังกว่านั้นบรรยากาศยังดูดรังสีความร้อนซึ่งแผ่ออกไปจากผิวโลกในเวลากลางคืน บังคับไม่ให้โลกเย็นลงเร็วเกินไป บรรยากาศดูดและเปลี่ยนพลังงานรังสีให้เป็นความร้อนเช่นเดียวกับสารชนิดอื่นๆ อาการที่น้ำเป็นแผ่นแก้วมักจะร้อนมากเมื่อแสงแดดผ่านทะลุเข้าไป เพราะแผ่นแก้วเปลี่ยนพลังงานรังสีให้เป็นความร้อนได้ดี บนภูเขาสูงแม้จะได้รับพลังงานรังสีจากแดดได้มากกว่าที่ต่ำหรือตามหุบเขา แต่อากาศก็มักจะเย็นกว่า ทั้งนี้ก็เพราะอากาศที่อยู่ขึ้นไปสูงๆ นั้นจางกว่า จึงบ่งกั้นการแผ่รังสีจากโลกได้น้อยกว่า ความร้อนในที่สูงจึงถูกส่งผ่านออกไปโดยการแผ่รังสีได้สะดวกกว่า

ประโยชน์ที่เราได้จากความรู้เกี่ยวกับการแผ่รังสีมีหลายประการ เช่น

- (1) การใช้เครื่องนุงห่ม ในประเทศร้อนเราควรใช้เสื้อผ้าสีขาวหรือสีอ่อนๆ เพื่อไม่ให้ดูดความร้อนไว้มาก ถ้าเราใช้เสื้อผ้าสีเข้มหรือดำและยืนอยู่กลางแดด เราจะรู้สึกร้อนขึ้นเร็วกว่าสวมเสื้อผ้าสีขาว
- (2) การก่อสร้างอาคาร ในประเทศร้อนเรามักใช้วัตถุสีขาวและสะท้อนรังสีได้ดี หลังคาสังกะสีเป็นมันจะทำให้บ้านเย็นกว่าเมื่อเราเอาสีทาสังกะสี สีทาบานสีขาวจะทำให้บ้านเย็นกว่าทาสีเข้มเพราะเหตุผลเดียวกัน
- (3) การนำเอาพลังงานรังสีมาใช้งาน นักวิทยาศาสตร์ได้คิดสร้างกลจักรรังสีความร้อน ตลอดจนนำเอาพลังงานรังสีมาแปลงเป็นพลังงานความร้อนสำหรับต้มน้ำ และหมุนเครื่องจักรโดยอาศัยสมบัติการดูดกลืนและการสะท้อนรังสีของสารได้หลายประการทั้งที่เคยเรียนมาแล้ว วัสดุโอมิเตอร์เป็น



ราดิโอมิเตอร์

ใบคำดูความร้อนได้ดีกว่าผิวขั้วมัน
ะใบพัดของราดิโอมิเตอร์หมุน

เครื่องมือตัวอย่างที่คืออย่างหนึ่ง ราดิโอมิเตอร์
หมุนได้ เพราะผิว ด้านหนึ่งของใบ พัด ทา เซมาดำ
สำหรับดูดรังสี อีกผิวหนึ่งขัดมันสำหรับสะท้อน
รังสี ก๊าซที่เกาะอยู่ทางผิวดำจะร้อนขึ้นมากกว่า
และแล่นหนีออกไปได้เร็วกว่า จึงทำให้เกิดแรง
ดันหมุนใบพัดของราดิโอมิเตอร์

(4) กระติกน้ำร้อนน้ำแข็ง หรือ ขวด
แก้วเทอร์มอส กระติกน้ำร้อนน้ำแข็งเป็นของ
ใช้ซึ่งสร้าง ขึ้นโดย อาศัยหลัก ความรู้ เกี่ยวกับการ
ส่งผ่าน ความร้อน ไม่ใช่ แต่เฉพาะ เกี่ยวกับการแผ่
รังสี แต่รวมทั้งการพาและการนำความร้อนด้วย

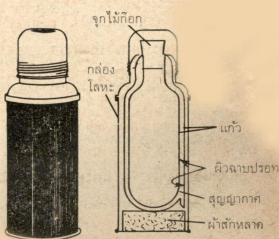
กระติกน้ำร้อนน้ำแข็งป้องกันทั้งการส่งผ่านความร้อนออกจากภายในมาข้างนอก
ทั้งการส่งผ่านความร้อนจากข้างนอกเข้าไปภายในด้วย เมื่อความร้อนถูกส่ง
เข้าคนเข้าออกไม่ได้จึงสามารถรักษาให้น้ำร้อนยังร้อนอยู่ได้ และรักษาให้น้ำแข็ง
จางแข็งอยู่ได้

กระติกน้ำร้อนน้ำแข็งเป็นแก้วสองชั้นแทนว่าเป็นสุญญากาศ และผิวข้างในทั้งสองฉาบปรอท
ขึ้นมันนอย่างกระฉกเงา ฝาที่ปิดเป็นไม้ก๊อกหรือยาง ส่วนประกอบต่างๆ เหล่านี้ป้องกันการส่งผ่าน
ความร้อน ดังนี้

(ก) การป้องกันการแผ่รังสี ผิว
วาทบปรอทป้องกันการแผ่รังสี เพราะสะท้อน
วามที่ความร้อนได้ดี จึงป้องกันไม่ให้ความร้อน
วาส่งผ่านเข้าหรือออกได้ดี

(ข) การ ป้องกันการ นำความร้อน
อนญญากาศ (ไม่มีอากาศหรือสสาร) ไม่ช่วยนำ
หรือวามร้อนเข้าหรือออก นอกจากนั้น จุกก็อ
อนญญอย่างและแก้วยังเป็นตัวนำที่เลว จึงช่วย
กั้นองกันการนำความร้อนส่งผ่านเข้าหรือออกได้

(ค) การ ป้องกันการ พาความร้อน
จ ออกจากป้องกันการนำแล้ว สุญญากาศยัง



ป้องกันการพาด้วย และ จุก ที่ปิดป้องกันไม่ให้ไอน้ำร้อนถ่ายเทพาเอาความร้อนออก
อากาศร้อนจากภายนอกพาเอาความร้อนเข้าไป

แบบฝึกหัดบทที่ 19 ก.

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

- ก. หม้อหุงต้มทำด้วยอลูมิเนียมดีกว่าทำด้วยดินเผา เพราะอลูมิเนียมเป็น.....
ความร้อนที่ต่ำกว่าดินเผา
- ข. อากาศที่ร้อนพอสมควรมีความหนาแน่นน้อยกว่าอากาศที่.....จึงลอยขึ้นและ.....
.....เอาความร้อนขึ้นไปด้วย
- ค. ผิวขี้ผึ้งดูดกลืนความร้อนได้.....กว่าผิวดำและขรุขระ และ.....
รังสีความร้อนได้.....กว่าผิวดำและขรุขระ
- ง. สูญญากาศในกระติกน้ำร้อนน้ำแข็ง ป้องกัน.....และ.....
- จ. วัตถุร้อนสี.....แผ่รังสีได้กว่าวัตถุร้อนสี.....
- ฉ. ท่อนเหล็กและท่อนไม้ทั้งไว้กลางแดดด้วยกัน เมื่อเราแตะดู เราจะรู้ดีกว่าท่อนเหล็กร้อน
กว่า เพราะเหล็ก.....ความร้อนได้ดีกว่าไม้ ความร้อนจากส่วนต่างๆ ของ
เหล็กจึงถูกส่งผ่านโดยการ.....นาสู่มือเราได้ดีกว่า
- ช. สิ่งกะตมุงหลังคาต้องเป็น.....จึงจะสะท้อนรังสีความร้อนได้ดี และทำให้
บ้าน.....

2. บรรดาอากาศช่วยรักษามหาอุณหภูมิของโลกให้สม่ำเสมอได้อย่างไร
3. ทำไมเมื่ออากาศร้อนและอยู่กลางแจ้ง เราจึงควรสวมเสื้อผ้าสีขาว
4. การพาความร้อนคืออะไร ทำไมโรงงานที่ใช้เชื้อเพลิงจึงมีปล่องไฟสูง ๆ
5. การนำความร้อนคืออะไร สารชนิดใดบ้างนำความร้อนได้ดีและชนิดใดนำไม่ได้ดี
6. การแผ่รังสีคืออะไร พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์มาสู่โลกเราได้โดยวิธีใด และเมื่อรังสีมาถูก
สสารจะเกิดอะไรขึ้น

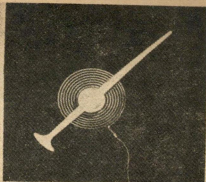
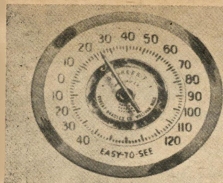
ประโยชน์ของความร้อน

๕. การนำเอาความรู้เกี่ยวกับความร้อนไปใช้เป็นประโยชน์

ในบทก่อนๆ เกี่ยวกับความร้อน ได้อธิบายไปแล้วว่า มนุษย์เราได้นำ
เอาความรู้เกี่ยวกับความร้อนไปใช้ในด้านต่างๆ กล่าวคือ

(ก) เกี่ยวกับกรขยายตัวของสารเมื่อได้รับความร้อน เราใช้ความรู้ในการสร้างเทอร์โม-
มิเตอร์ ในการก่อสร้าง ทำเครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ ตลอดจนการระเบิดหินมาใช้ประโยชน์

(ข) เกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสารและความร้อนแฝง เราใช้ความรู้เรื่องนี้ในการกลั่นเอ



เทอร์โมมิเตอร์โลหะอาศัยการขยายตัวของโลหะ

น้ำและน้ำมัน การแยกสารละลายโดยการทำให้ระเหย เช่นทำน้ำตาลและนมผง การทำน้ำแข็ง ไอศกรีม การสร้างตุ๋นและห้องเย็น เป็นต้น

(ค) เกี่ยวกับการส่งผ่านความร้อน เราใช้ความรู้เรื่องนี้อธิบายธรรมชาติต่างๆ เช่น ลม และกระแสน้ำ ในการสร้างตะเกียบหลอดและตะเกียบรั้ว สร้างปล่องโรงงาน การระบายลมในอาคารและการให้ความอบอุ่นแก่อาคาร ตลอดจนในการสร้างเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ เช่น ขวดแก้ว เทอร์มอส เป็นต้น

๖. ความร้อนทำให้เกิดผลการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทำให้เกิดไฟฟ้า

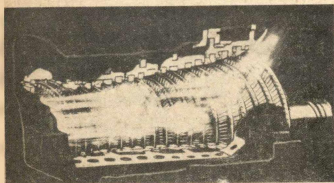
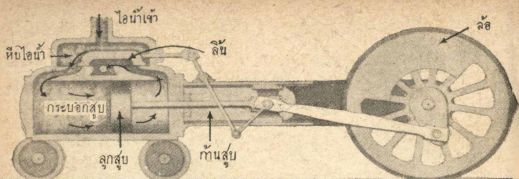
เราจึงนำเอาความร้อนไปทำให้เกิดประโยชน์ได้ กล่าวคือ

(ก) การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ในการถลุงโลหะเพื่อเอาโลหะจากสินแร่ต่างๆ เช่น ถลุงเหล็กจากสินแร่เหล็ก ในการทำถ่านไม้และทำกระเบื้องเคลือบ เราก็ใช้ความร้อน

(ข) ความร้อนทำให้เกิดไฟฟ้าสำหรับนำมาใช้ ได้กล่าวไว้ในตอนแรกแล้วว่า เมื่อเอาลวดโลหะสองชนิดมาเชื่อมปลายให้ติดกัน และเผาให้ร้อน ไฟฟ้าก็จะเกิดขึ้นและไหลไปตามลวด เราอาจนำเอาไฟฟ้านี้ไปทำประโยชน์ได้

๗. การใช้ความร้อนทำงาน

ได้กล่าวแล้วว่า ความร้อนเป็นพลังงานจลน์ของโมเลกุลของสาร และอาจแปรรูปเป็นพลังงานรูปอื่นได้ เราใช้พลังงานความร้อนทำงาน ทำประโยชน์ต่างๆ ให้แก่เราได้มากมาย โดยให้แปรรูปเป็นพลังงานกล กล่าวคือ ให้หมุนเครื่องจักรกล ทำงานให้แก่เรา เช่น



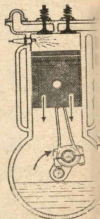
เทอร์ไบน์ไอน้ำหมุนรวดเร็วมากเมื่อไอน้ำผ่าน

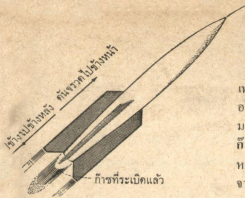
Turbine) ก็เป็นกลจักรชนิดหนึ่งที่ใช้ไอน้ำพุ่งจากพวยหมุนใบพัดของกังหัน ในสมัยนี้มีผู้นิยมใช้กลจักรแบบนี้มากขึ้น เพราะสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยกว่ากลจักรไอน้ำธรรมดา เชื้อเพลิงที่ใช้คือน้ำมัน มีหลายชนิด เช่น ถ่านหิน ไม้ และน้ำมันเชื้อเพลิง

(ข) กลจักรสันดาปภายใน หรือ กลจักรน้ำมัน กลจักรแบบนี้ชาวชาวเยอรมันชื่อ นิกอลาส ออตโต (Nikolaus Otto) ประดิษฐ์ขึ้นในคริสต์ศตวรรษที่ 19 ไอน้ำมันเชื้อเพลิงและอากาศจะถูกอัดเข้าไปในกระบอกสูบ และใช้ประกายไฟเพื่อระเบิด ไอน้ำมัน ผสม อากาศให้ขยายตัวดัน ลูกสูบ ซึ่งหมุนล้อ และเพลาอีกทอดหนึ่ง ในการนี้พลังงานความร้อนที่เกิดจากการสันดาปจะกลายเป็นพลังงานกล

กลจักรดีเซล มีลักษณะแตกต่างจากกลจักรของออตโตอยู่ในสาระสำคัญ คือ แทนที่จะใช้ประกายไฟเพื่อระเบิดไอน้ำมันผสมอากาศกลจักรมีแรงอัดสูงมาก เกิดความร้อนและโมเมนตัมสูงพอจะทำให้ระเบิดได้ คือร้อนถึง 1000° ฟ.

(ค) นอกจากกลจักรสองชนิดที่กล่าวแล้ว ยังมีกลจักรชนิดอื่น เช่น กลจักรเจต หรือไอพ่น (Jet Engine) ซึ่งดูดอากาศเข้าไปเพื่อสันดาปกับเชื้อเพลิง ก๊าซที่สันดาปแล้วจะพุ่งออกข้างหลังดันให้จรวดพุ่งไปข้างหน้า กลจักรรอกเกต กลจักรสันดาปภายใน หรือพลุ (Rocket Engine) มีลักษณะคล้ายเจตแต่รอกเกตไม่ดูดอากาศเข้าไปคืนจึงโดยออตโต แสดง





เพราะบรรจุก๊าซเจ็ทไว้สำหรับให้สันดาปกับเชื้อเพลิง
อยู่ในตัว ด้วยเหตุนี้รอกเกตจึงมีแรงดันสูง และวิ่งได้เร็ว
มาก แต่ก็สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากและหมดเร็ว กลจักร
ก๊าซเทอร์ไบน์ หรือ กังหันก๊าซ (Gas Turbine) อาศัย
หลักเดียวกับกลจักรกังหันไอน้ำ คือก๊าซร้อนจัดที่เกิด
จากการสันดาปพุ่งกระทบและหมุนใบพัดกังหันซึ่ง หมุน
เพลาสำหรับถ่ายทอดเอาพลังงานกลไปใช้ประโยชน์ใน

การหมุนใบพัดเรือ และเครื่องบินหรือจรวดไป ในสมัยปัจจุบันยังมีกลจักรอีกชนิดหนึ่งซึ่งเรียกว่า
เทอร์โบ-เจต (Turbo-Jet Engine) สำหรับใช้ในเครื่องบิน กลจักรนี้อาศัยหลักของเทอร์ไบน์
และเจตประกอบกัน กล่าวคือ การสันดาปเกิดขึ้นตามหลักของเจต และก๊าซร้อนที่เกิดขึ้นพุ่งไป
กระทบและหมุนใบพัดของกังหัน

แบบฝึกหัดบทที่ 19 ข.

1. เราใช้ความร้อนทำงานให้แก่เราได้อย่างไรบ้าง
2. เรานำเอาความรู้เกี่ยวกับความร้อนไปใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง
3. “ความร้อนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกลายเป็นพลังงานไฟฟ้าได้” จงอธิบายและ
ชักตัวอย่างประกอบ
4. กลจักรไอน้ำและกลจักรสันดาปภายในคืออะไร และแตกต่างกันอย่างไร
5. กลจักรดีเซลแตกต่างจากกลจักรออดได้อะไร

หน่วยที่ 7

แสงช่วยในการเห็น

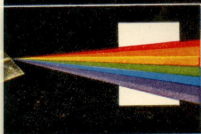
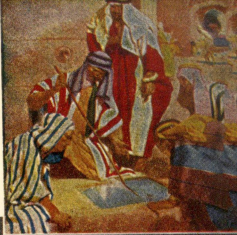
แสงสว่างเป็นสิ่งที่มีประโยชน์และมีคุณค่าแก่มนุษย์มาก แต่เราเคยนึกบ้างไหมว่าแสงสว่างคืออะไร มาจากไหน และทำประโยชน์อะไรให้บ้าง แสงสว่างให้ความสะดวกและทำประโยชน์ให้เราทุกวัน และเราเคยชินกับแสงสว่างมาก จนเห็นเป็นของธรรมดา จึงไม่ค่อยได้นึกถึงความสำคัญของมัน

พอเอ่ยถึงแสง แสงชนิดแรกที่เรานึกถึงก็คือแสงแดด ซึ่งให้ความสะดวกแก่เรามาก ถึงเวลากลางวันก็มีมาให้เราโดยไม่ต้องลงทุนซื้อหาเหมือนอย่างเช่นแสงไฟฟ้าหรือแสงตะเกียง แม้เราจุดไฟเพียงคันละไม่กี่ชั่วโมง เราต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเดือนละไม่ใช่น้อย คนทั่วโลกมีจำนวนหลายพันล้านได้รับแสงจากดวงอาทิตย์วันหนึ่งๆ ประมาณสิบสองชั่วโมง ลองคิดว่า ถ้าคนหนึ่งๆ ต้องซื้อแสงแดดวันละหนึ่งสตางค์ทุกคน เดือนหนึ่งจะสิ้นเงินรวมกันเป็นเท่าใด และก็น่าคิดอีกอย่างหนึ่งว่า ถ้าเราไม่ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์เลยตั้งแต่วันนี้ไป เราจะเป็นอย่างไร เราจะได้แสงสว่างมาจากไหนมากพอ

เราแทบจะกล่าวได้ทันทีว่า แสงสว่างที่เราได้ทุกๆ วันนี้เป็นแสงจากดวงอาทิตย์แทบทั้งนั้น ระยะทางจากโลกถึงดวงอาทิตย์ไกล 93,000,000 ไมล์ แสงมีความเร็วมากมายเหลือเกิน เร็วถึง 186,000 ไมล์ หรือ 3 แสนกิโลเมตรต่อวินาที และเดินทางจากดวงอาทิตย์มาถึงโลกและมาถึงตัวเราใช้เวลาเพียง 8 นาทีเท่านั้น ลองเทียบกับตัวเราบ้าง ในหนึ่งวินาทีเราวิ่งได้ถึง 10 เมตรไหม ใน 8 นาที เราเดินได้เพียงประมาณครึ่งกิโลเมตรเศษเท่านั้น ในเวลากลางคืนเราได้แสงจันทร์ ดวงจันทร์อยู่ใกล้โลกกว่าดวงอาทิตย์มาก คืออยู่ห่างโลกเพียงประมาณ 240,000 ไมล์ แสงเดินทางจากดวงจันทร์มายังโลกเราเพียงในเวลา 1-3 วินาที นักเรียนลุกขึ้นยืนแล้วเดินไปยังกระดานดำจะสิ้นเวลานานกว่านี้ด้วยซ้ำ แต่แสงที่เราได้จากดวงจันทร์ในเวลากลางคืนนั้น ช่วยให้เราทำงานกิจธุระไม่ได้สะดวกเช่นแสงแดด ความจริงแสงจันทร์ก็คือแสงแดดนั่นเอง คือแสงแดดส่องไปถูกดวงจันทร์แล้วสะท้อนมายังโลกเราอีกต่อหนึ่ง ดังนั้นแสงจันทร์จึงอ่อนมากเมื่อเทียบกับแสงแดดโดยตรง

อัลฮาเซน แสดง
การหักเหของแสง →

หยดน้ำเล็ก ๆ ในอากาศ กระจาย
แสงแดดออกเป็นแถบสีต่างๆ – รุ้ง



← ปริซึมแก้วกระจายแสงแดด
เป็นแสงสีต่างๆ

การหักเหและการกระจายของแสง

ธรรมชาติและการเคลื่อนที่ของแสง

๑. แสงเป็นพลังงาน

แสงแดดไม่แต่เพียงให้แสงสว่างแก่คน สัตว์ออกล่าเหยื่อหาอาหารกินได้เท่านั้น แต่ยังเป็นสิ่งจำเป็น สำหรับชีวิต ของสัตว์และพืช อีกด้วย แสงแดดเป็นพลังงานปรุงอาหารให้ พืช คนและสัตว์ได้พลังงานจากพืช ผัก หนุ่ที่กินเข้าไปเป็นอาหาร ถ้าไม่มีแสงแดด ก็จะมีชีวิตอยู่ไม่ได้ พื้นแผ่นดินก็จะมีต้นไม้และหญ่ปากคลุม แต่จะกลายเป็นหินและ ทะเลทรายไป



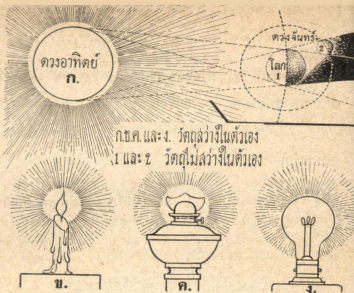
แสงแดดฆ่าแบคทีเรียและเชื้อโรคซึ่งเป็นภัยต่อสุขภาพและชีวิต คนรู้จักคุณสมบัติหนึ่งของ แสงแดดมาแต่สมัยดึกดำบรรพ์ บ้านเรือนจึงต้องเปิดให้ได้รับแสงสว่าง ค้างนุ่น ที่หัดนอนซึ่งเก็บ ไว้นานๆ จะเหม็นอับ ต้องเอาออกผึ่งแสงแดด ในประเทศหนาว การอาบแดดเป็นที่นิยมแพร่หลาย ขึ้นทุกที่ ทั้งนี้เพราะพลเมืองในประเทศเหล่านั้นได้รับแสงแดดน้อย และเขาเห็นความสำคัญและ ความจำเป็นอันแท้จริงของแสงแดดที่ทำให้ร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ และทำให้เกิดวิตามินดี

นอกจากนี้แสงยังอาจเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานอย่างอื่นได้ เช่นเปลี่ยนเป็น พลังงานเคมีเมื่อถ่วงรูป เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยโฟโตอิเล็กทริกเซลล์ และ เราอาจใช้พลังงานไฟฟ้านี้ทำงานต่างๆ ให้แก่เราได้ เช่นหม่นเข็มเครื่องวัดแสง และปิดเปิดประตูได้ และเป็นพลังงานกลหมุนกลจักรแสงแดดได้ เป็นต้น

๒. แหล่งกำเนิดของแสง

เวลาบ้านเรามีกาน เราจุดไฟสว่างไสว เวลากลางคืนเรามีไฟฟ้าตามถนน หนทาง ให้รถสัญจรไปมาได้สะดวกและปลอดภัย แต่ก็ไม่สว่างเท่ากับกลางวัน แม้กระนั้นก็ถึงเทศบาลก็ยังต้องเสียค่าไฟฟ้าปีละมากๆ แต่เราไม่ต้องซื้อ

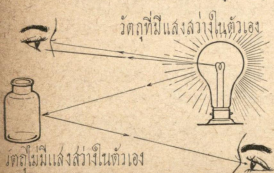
แสงสว่างจากดวงอาทิตย์เลย ในขณะที่
หนึ่งๆ ดวงอาทิตย์ให้
แสงสว่างแก่เราว่า
ครึ่งโลก ดังนั้นเรา
จึงอาจกล่าวได้ว่าแสง
สว่างที่เราได้นั้นมาจาก
ดวงอาทิตย์ แทบทั้ง
นั้น



บางทีเขาก็กล่าวกันว่า แสงสว่างเกิดจาก ความร้อน เพราะสิ่งของเมื่อ
ร้อนจัดๆ ก็จะเปล่งแสงออกมาได้ ถ้าเราเผาเหล็ก เหล็กจะค่อยเปลี่ยนสีไป
จนแดง ถ้าร้อนจัดมากขึ้นก็จะสว่างขาวโพลง หลอดไฟฟ้าที่สว่างได้ก็เพราะ
ไฟฟ้า ทำให้ใยลวดเล็กๆ ในหลอดร้อน ร้อนมากจนเปล่งแสงออกมาได้ แต่
ในที่สุดถ้าเราสับสวิตช์ไปก็จะเป็นเห็นว่า ความร้อนที่กลายเป็นแสงสว่างหรือทำให้
เกิดแสงสว่างก็มาจากดวงอาทิตย์นั่นเอง ดวงอาทิตย์ให้แสงสว่างและพลังงาน
อื่นๆ แก่โลกของเรามาแล้วหลายล้านปี และก็ยังจะให้ต่อไปอีกนับล้านๆ ปี

ทั้งนี้ ฟืน ขี้ได้ เกียน น้ำมันและไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างได้ ก็เพราะได้พลังงานจากดวง
อาทิตย์ทั้งนั้น แสงจากดวงอาทิตย์เป็นพลังงานทำให้ต้นไม้เติบโตจนเราเอามาทำฟืน ทำ
น้ำมันได้ ต้นไม้ที่ตายถูกดินทับถมมาหลายๆ ล้านปีก็กลายเป็นถ่านหิน ใช้เป็นเชื้อเพลิงให้แสงสว่าง
ได้โดยตรง หรือจะเก็บกักเอาไว้ใช้เป็นพลังงานในการหมุนเครื่องกลไฟฟ้า ทำไฟฟ้าส่งไปใช้กันตาม
บ้านเรือนและถนนหนทาง

๓. แสงช่วยในการเห็นวัตถุต่างๆ วัตถุที่มีแสงในตัวเองและวัตถุที่ไม่มีแสง



เป็นที่ทราบกันอยู่แล้วว่า เรามอง
เห็นวัตถุต่างๆ ได้ก็เพราะแสงสว่าง แต่คน
ในสมัยโบราณ แม้แต่นักปราชญ์เอง ก็ยัง
หลงเข้าใจผิดว่า เราเห็นวัตถุได้เพราะแสง
ออกจากตาเราไปกระทบวัตถุ เหมือนกับ

เมื่อเราต้องการสัมผัสอะไรเราต้องยื่นมือออกไปสัมผัส ฉะนั้นเมื่อตาเห็นอะไร ตาก็ต้องส่ง “สิ่งสำหรับใช้สัมผัส” ยื่นออกจากตาไปแตะสิ่งนั้น แต่มาบัดนี้ เรารู้กันแน่นอนแล้วว่าไม่เป็นเช่นนั้น แท้กลับเป็นว่า เราเห็นวัตถุได้เพราะแสงจากวัตถุนั้นมาเข้าตาของเราต่างหาก

วัตถุที่เรามองเห็น บางชนิดส่งแสงออกจากตัวของมันเองได้ วัตถุพวกนี้เขาเรียกว่า **โชติเทหวัตถุ (Luminous Body)** หลอดไฟที่ไขจะเปล่งแสง เปลวไฟจะเรือง และ หิ่งห้อย เหล่านี้ ส่งแสงออกจากตัวของมันเองได้ ถ้าเรานำสิ่งเหล่านี้เข้าไปในห้องที่ปิดมิดชิด ไม่ให้แสงภายนอกลอด เข้าไปได้ เราก็ยังมองเห็นได้ ดังนั้นสิ่งเหล่านี้จึงเป็นโชติเทหวัตถุ **ดวงอาทิตย์ และ ดวงจันทร์** ทั้งหลายต่างก็เป็นโชติเทหวัตถุทั้งสิ้น

เวลาเราอยู่ในห้องมืด และไม่มีแสงอาทิตย์หรือโชติเทหวัตถุอยู่ เรามองไม่เห็นว่ามีอะไรบ้าง แต่พอเราจุดไฟเราจะมองเห็นวัตถุต่างๆ ที่อยู่ในห้องนั้น วัตถุที่มองเห็นได้โดยต้องอาศัยเปลวไฟ แสง ไฟฟ้าหรือดวงอาทิตย์เช่นนี้ ไม่มีแสงในตัวเอง เขาเรียกว่า **อโชติเทหวัตถุ (Non-luminous Body)** สิ่งเหล่านี้ได้แก่สิ่งของส่วนมากทั่วๆ ไปที่เราพบเห็นอยู่เสมอ เช่น โต๊ะ เก้าอี้ สมุด และ ดินสอ เป็นต้น ดวงจันทร์และดาวเคราะห์ ทั้งหลายก็เป็น อโชติเทหวัตถุเหมือนกัน เรามองเห็นมันได้เพราะมันได้รับแสงจากดวงอาทิตย์แล้วสะท้อนมายังตาของเรา

๔. ตัวกลางและประเภทของตัวกลาง

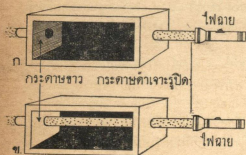
ห่างจากโลกออกไปไกลๆ ไม่มีอากาศ ไม่มีก๊าซเลย แต่แสงจากดวงอาทิตย์ก็มายังโลกของเราได้ แสงวิ่งมาในที่ว่างเปล่าซึ่งบางทีสมมุติกันว่าเป็น **อีเทอร์** เป็นระยะทางกว่าร้อยล้านกิโลเมตร แต่พอเข้ามาใกล้โลกแสงต้องผ่านอากาศ แล้วจึงมาถึงผิวโลก ตามปรกติแสงที่เดินมาเข้าตาเราช่วยให้เรามองเห็นวัตถุต่างๆ ได้ ต้องเดินผ่านอากาศมาทั้งสิ้น สิ่งที่แสงเดินผ่านมา เช่น อีเทอร์และอากาศนี้ เขาเรียกว่า **ตัวกลาง (Medium)** แสงเดินผ่านทะลุสิ่งต่างๆ หรือตัวกลางบางชนิดได้ดี บางชนิดไม่ได้ดี บางชนิดก็ไม่ได้เลย ดังนั้น เขาจึงจำแนกตัวกลางออกเป็นประเภทใหญ่ๆ สามประเภท คือ **ตัวกลางโปร่งใส ตัวกลางโปร่งแสง และ ตัวกลางอับแสง**

(1) **ตัวกลางโปร่งใส (Transparent)** คือ ตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านได้สะดวกและตามองทะลุไปเห็นวัตถุที่อยู่อีกด้านหนึ่งได้ ตัวกลางประเภทนี้ได้แก่ อากาศ แก้วใส น้ำบริสุทธิ์ และ กระดาษแก้ว เป็นต้น ตัวกลางโปร่งใสบางชนิดก็ยอมให้แสงเดินผ่านทะลุได้ดี แต่บางชนิดก็ดูดแสงไว้บางส่วนและยอมให้แสงทะลุได้บางส่วน และทำให้เรามองวัตถุที่อยู่อีกข้างหนึ่งจางลง

(2) ตัวกลางโปร่งแสง (Translucent) คือ ตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านได้ แต่มักกระจายแสงไปตามทิศทางต่างๆ และตาเรามองไม่เห็นวัตถุที่อยู่อีกด้านหนึ่งของตัวกลางนั้นได้ ตัวกลางประเภทนี้ได้แก่ กระดาษฝ้า กระดาษชุบเทียนไข เมฆหนาๆ ขาวๆ หมอกและกระดาษแก้วอย่างขุ่น เป็นต้น

(3) ตัวกลางอับแสง (Opaque) คือ ตัวกลางที่ไม่ยอมให้แสงผ่านทะลุได้เลย เช่น แผ่นเหล็กและไม้

๕. รังสีของแสงและพุทกันรังสี

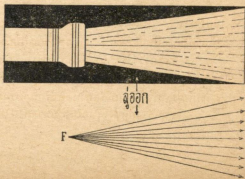


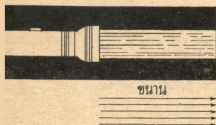
ได้กล่าวมาแล้วว่า เราเห็นวัตถุ เพราะแสงจากวัตถุมาเข้าตาเรา ดังนั้นเราจึงมองไม่เห็นวัตถุเมื่อเรามองดูข้างๆ ลำแสง ถ้าแสงจะสว่างจ้าเพียงใดก็ตาม เราไม่สามารถมองเห็นลำแสงได้ แต่ลำแสงช่วยให้เรามองเห็นวัตถุได้ แต่ก็ยังมีหลายคนแย้งว่า เรามองเห็นแสงได้ เช่นเมื่อ

เรามองดูแสงลอดเข้ามาในห้องมืด หรือมองดูลำแสงของไฟฉาย หรือมองดูแสงแดดลอดผ่านก้อนเมฆลงมาเวลาตะวันจวนจะตกดิน เป็นต้น การที่เรามองเห็นเป็นเช่นนั้น เป็นเพราะว่าลำแสงที่พุ่งเข้ามานั้นไปกระทบกับอนุภาคเล็กๆ ที่ลอยอยู่ในอากาศ เช่น ฝุ่นผงแล้วสะท้อนเข้ามาสู่ตาเราอีกทีหนึ่ง จึงทำให้เห็นลำแสงพุ่งเป็นทางยาวตามแนวที่มันพุ่งเข้ามา

เราอาจแสดงให้เห็นได้ชัดว่า ถ้าหากไม่มีฝุ่นผงในอากาศแล้ว เราจะมองไม่เห็นแสงเลยโดยวิธีง่ายๆ ดังนี้ หาหีบมาใบหนึ่ง ข้างในบุด้วยผ้าดำ เจาะรูหัวท้ายและกรุด้วยแผ่นแก้วเพื่อให้แสงลอดเข้าและทะลุออกไปได้ ด้านข้างอีกด้านหนึ่งกรุด้วยแผ่นแก้วเพื่อให้มองเห็นข้างในหีบ ทดลอง ทาฝ้าข้างในหีบด้วยกลีเซอริน แล้วปิดทั้งหัวท้ายๆ วัน ฝุ่นผงจะได้ตกและเกาะอยู่กับกลีเซอรินหมด เมื่อจะทำการทดลองให้หลายลำแสงเข้าข้างหนึ่ง ตรงไปทะลุออกอีกด้านหนึ่ง เราจะมองไม่เห็นลำแสงภายในหีบเลย ที่นี้ลองพ่นควันเข้าไป เราจะมองเห็นลำแสงได้ชัด

ดังนั้น เราจึงกล่าวได้ว่า เรามองไม่เห็นแสง แต่แสงจะช่วยให้เรามองเห็นวัตถุ และจะเห็นวัตถุก็เมื่อวัตถุส่งหรือสะท้อนแสงเข้าตาเรา





ลักษณะ คือ เป็นลำแสงขนานออก เป็นลำใหญ่เสมอต้นเสมอปลาย และเป็นลำตีบเล็กลง นักวิทยาศาสตร์ให้ชื่อ ลำแสงสามลักษณะนี้ว่า พู่กันรังสีลู่ออก พู่กันรังสีขนาน และ พู่กันรังสีลู่เข้าตามลำดับ

๖. แสงเดินเป็นเส้นตรง

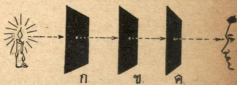
เมื่อเรามองหลอดรูในกระจกเงา ข้างตู้
เปลวเทียนไข เรามองเห็นเปลวเทียนไขได้

แต่ถ้าเลื่อนรูไปข้างๆ ไม่ให้ตาของเรา รู และเปลวไฟอยู่ตรงกันแล้ว เราก็จะมองไม่เห็นเปลวไฟ เช่นเดียวกัน ถ้าเราขยับตา หรือเลื่อนเปลวเทียนไขไปข้างๆ เราก็ไม่สามารถมองเห็นได้ นี่ย่อมแสดงให้เห็นว่า แสงต้องเดินตรงเข้าตาเรา เราจึงจะมองเห็น หรือเราอาจกล่าวได้ว่าแสงเดินเป็นเส้นตรง

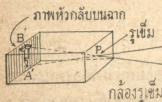
เราอาจทำการทดลองให้เห็นชัดขึ้น โดยใช้กระจกเงาสามแผ่นเจาะรูตรงกันกลืน เลื่อนรูจนมองทะลุเห็นเปลวไฟ เมื่อเอาเส้นด้ายซึ่งดึงจากตาไปยังเปลวไฟ ก็จะเห็นว่าเส้นด้ายจะผ่านรูเหล่านั้นเป็นแนวเส้นตรง แต่ถ้าเลื่อนรูแค่อันเดียว เราก็จะมองไม่เห็นเปลวไฟเลย

เวลาเราจะตรวจดูอะไรว่าตรงหรือไม่ตรง เรามักจะเล็งดู ถ้าเห็นว่าทุกส่วนของสิ่งนั้นอยู่ในแนวเดียวกันทั้งต้นและปลาย เรากล่าวว่า สิ่งนั้นตรง เรามีไม้บรรทัดอยู่ทุกคน เราควรจะลองเล็งดูว่ามันตรงหรือคด แล้วลองคิดดูว่า เราอาศัยหลักข้างบนนี้อย่างไร

ตัวกลางที่แสงเดินเป็นเส้นตรงผ่านไปมาในการทดลองข้างต้นนี้คือ อากาศ การที่แสงเดินเป็น



เส้นตรงได้เช่นกันก็เพราะเนื้อของอากาศเหมือนกันทุกส่วนตลอดทาง เราจึงเรียกว่าอากาศเป็น **ตัวกลางเอกพันธ์ (Homogeneous)** แต่เมื่อแสงผ่านตัวกลางหลายชนิด หรือชนิดเดียว แต่เนื้อไม่เหมือนกันตลอด แสงจะเดินไม่เป็นเส้นตรง แต่อาจหักเหไปมาคงจะได้เรียนต่อไป ตัวกลางประเภทหลังนี้เขาเรียกกันว่า **ตัวกลางวิวิธพันธ์ (Heterogeneous)**



๗. กล้องรูเข็มถ่ายภาพ

รังสีออกจากจุดใดบนวัตถุมาเข้าตา เรา เราก็มองเห็นจุดนั้น ถ้าตาได้รับรังสีจากจุดนั้นมาก เราก็เห็นจุดนั้นสว่างมาก หรือชัดมาก เรามองเห็นวัตถุทั้งอันก็เพราะรังสีมาจากส่วนต่างๆ ของวัตถุนั้น มาเข้าตา แทนที่รังสีจะตรงมาเข้าตา เราอาจจะทำให้รังสีไปกระทบฉากและปรากฏเป็นภาพให้เราเห็น ได้ดังนี้

หากกระป๋องนมที่เปิดแล้วมันใบหนึ่ง ใช้ตะปูเจาะรูตรงกลางกัน เอาแผ่นสีบุกที่ใช้ห่อบุหรี่ปะตรงรู แล้วเอาเข็มหมุดเจาะรูตรงกลาง ใช้กระดาษชุบไขปิดฝากระป๋อง เมื่อต้องการได้ภาพของอะไร เช่นเทียนไข ก็ให้หันรูเข้าหาเทียนไข และมองดูภาพบนกระดาษชุบไข ถ้ารูเข็มที่เจาะเล็กพอสมควร ภาพของเทียนไขจะชัดเจนนั่นมาก

เวลาใช้กล้องนี้ดูภาพธรรมชาติ เราจะไม่เห็นภาพชัดเพราะแสงรอบ ๆ กระดาษชุบไขจ้ามมาก ดังนั้นจึงควรใช้กระดาษดำหั่นรอบกระป๋องเอาไว้จนออกมาทางกระดาษชุบไขประมาณ 1 ฟุต

กล้องถ่ายภาพราคาถูกๆ มักเป็นกล้องชนิดนี้ และก็ใช้กันแพร่หลายมาก เพราะใช้สะดวก ไม่มีเครื่องรุงรัง มีแต่เครื่องกลไกสำหรับปิดเปิดอยู่หน้ารูหรือหลังรู และแทนที่จะเป็นกระดาษชุบไข ก็เป็นฟิล์มหรือกระจกอบน้ำยาเคมีสำหรับถ่ายภาพ

แบบฝึกหัดบทที่ 20 ก.

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

- ก. แสงเป็น..... เพราะสามารถทำงานได้และแปรเป็น..... ชนิดอื่นได้ เช่น ไฟฟ้าและเคมี
ข. เรามองเห็นวัตถุได้เพราะวัตถุนั้น มีแสงสว่างในตัวเองหรือ.....
แสงมาเข้า.....เรา

2. แสงมีประโยชน์อะไรแก่เราบ้าง

3. อะไรเป็นแหล่งกำเนิดแสงที่สำคัญที่สุด เพราะเหตุใด

4. นอกจากดวงอาทิตย์ อะไรเป็นแหล่งกำเนิดแสงที่สำคัญอีกบ้าง และเราใช้สิ่งเหล่านั้นอย่างไร

5. ถ้าว่าเรามองดูแสงไม่เห็น ท่านเข้าใจว่าอย่างไร และเราจะทดลองแสดงให้เห็นจริงได้อย่างไร

6. ตัวกลางมีกี่ชนิด คืออะไร ให้ออกสมบัติของตัวกลางแต่ละชนิดมาด้วย

7. โขติเทหวัตถุและอโติเทหวัตถุคืออะไร ให้ชักตัวอย่างประกอบอย่างละ 3 ชนิด
8. จงอธิบายวิธีแสดงให้เห็นว่า แสงเดินตามแนวเส้นตรงในตัวกลางเอกพันธ์ เช่น อากาศ
9. จงอธิบายลักษณะ และ ประโยชน์ของกล้องรูเข็มมาอย่างละเอียด

๘. ความสว่าง—ความมืดและเงา

เมื่อเราเข้าไปในห้อง ปิดหน้าต่างประตูให้หมด แล้วเอาผ้าดำกรุตามช่องหน้าต่าง ห้องก็จะมีมืด เพราะแสงสว่างเข้ามาไม่ได้ เรากล่าวได้ว่า ที่มืดก็คือที่ซึ่งไม่มีแสงสว่าง นั่นเอง เราจะให้ความสว่างแก่ห้องมืดนี้ได้โดยจุดตะเกียงขึ้น ถ้าเราถือหนังสือกันแสงจากดวงไฟไม่ให้ไปถึงส่วนใดส่วนหนึ่งของผ้าห้องส่วนนั้นก็จะมืดกว่าส่วนอื่น และเราเรียกส่วนนี้ว่า เงา

ดังนั้น เงาก็เป็นส่วนที่มืด เพราะมีเทหวัตถุอับแสงกันแสงสว่างไม่ให้ทะลุไปถึงได้ แต่เงาที่ได้นี้ไม่มีมืดสนิทจริง ๆ เพราะส่วนอื่นของห้องสะท้อนแสงของดวงไฟ ทำให้มีแสงมาซึ่งที่ที่เป็นเงาของหนังสือบ้าง ถ้าอยากรู้เห็นเงาของหนังสือได้ชัดเจนและมีคมมาก ควรใช้ดวงไฟไว้ในที่แคบ และเจาะรูขนาดเล็กก่อนข้างเด็ก ให้แสงพุ่งออกมาได้ทางรูนี้เท่านั้น แล้วยกหนังสือขึ้นตัดลำแสง เราก็จะได้เงาบนฝาเป็นรูปสี่เหลี่ยมคล้ายกับรูปหนังสือ และถ้าเราใช้ลูกมะนาวตัดลำแสง ก็จะได้เงารูปวงกลม การทดลองเหล่านี้ นอกจากจะแสดงว่า วัตถุอับแสงทำให้เกิดเงาแล้ว ยังแสดงและพิสูจน์ให้เห็นอีกด้วย แสงเดินเป็นเส้นตรงในอากาศซึ่งเป็นตัวกลางเอกพันธ์ด้วย

การสังเกตด้วยว่า เงาของลูกมะนาวไม่อยู่เฉพาะบนฝาห้องเท่านั้น แต่จะเป็นลำยาวออกไปจากลูกมะนาว เพราะถ้าเราเอาแผ่นกระดาษสีขาวไปรับเงา แล้วเคลื่อนตรงเข้าไปทางลูกมะนาว เราก็ควรจะได้เงาปรากฏบนแผ่นกระดาษอยู่เรื่อยมา แต่ขนาดจะค่อย ๆ เล็กลง

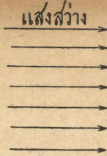
กลางวันและกลางคืน

โลกของเรามีฐานกลม หมุนรอบตัวเอง และเคลื่อนไปรอบดวงอาทิตย์ ขณะหนึ่ง ๆ โลกหันเข้าหา ดวงอาทิตย์ได้เพียง ซีกเดียว เหมือนกับ เมื่อเรา ถือลูกมะนาวรับแสงไฟ ลูกมะนาวจะสว่างเฉพาะซีกที่หันเข้าหาดวงไฟ และไม่มีอะไรบัง ส่วนอีกซีกหนึ่งมืด เพราะอยู่ในเงาของลูกมะนาวเอง โลกเราก็เช่นเดียวกัน ซีกที่ได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ก็เป็นกลางวัน ส่วนอีกซีกหนึ่งอยู่ในเงาของโลกเองไม่ได้รับแสงเป็นกลางคืน

๙. หนึ่งตระกูล

ในสมัยที่ศึกษารรที่คนกลัวความมืดและไม่กล้าไปในที่มืด เพราะไม่ทราบว่าความมืดคืออะไร ความสว่างคืออะไร และคิดกันไปว่าผีสิงแยะเอาแสงสว่างไป ต่อมาคนฉลาดขึ้นรู้จักเหตุ

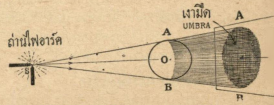
และผลเกี่ยวกับเรื่องแสง จึงเลิกกลัวความมืด เงามี
เคยเป็นสิ่งที่คนเคยกลัวเหมือนกัน บางทีคนโบราณถึง
กับห้ามไม่ให้เด็ก ๆ เล่นเงา แต่คนที่ฉลาด เช่น พวก
ศิลปินได้นำเอาความรู้เกี่ยวกับเงาไปทำให้เกิดความเพลิดเพลิน
สนุกสนานแก่ประชาชนมาเป็นเวลาหลายร้อยปีแล้ว
ในเมืองไทยเรามีผู้ใช้ความรู้นี้แสดงหนังตะลุงเรื่องราม-
เกียรติและเรื่องตลก เขาใช้ไม้ หรือกระดาษ หรือแผ่น
หนังตัดเป็นรูปพระลักษมณ์ พระราม นางสีดา ทศกัณฐ์ และบริวาร เมื่อฉายแสงสว่างๆ ไปยังจอ
ผ้าขาวแล้วกรุปที่ตัดไว้ซึ่งบังแสงก็จะได้เงาเป็นรูปต่างๆ บนจอ เขาอาจจะทำให้เงาเหล่านั้นวิ่งหรือเต้น
ระบำได้ เมื่อเขาต้องการให้เงามีสีต่างๆ เขาก็ตัดแผ่นหนังบางๆ เป็นรูปแล้วทาสี ก็จะได้เงามีสี
ต่างๆ ที่ต้องการ ด้วยเหตุนี้เองเขาจึงเรียกการแสดงเช่นนี้ว่า หนัง ตั้งแต่ในมาการฉายหนังหรือ
ภาพยนตร์ในสมัยนี้ก็ให้หลักเกณฑ์คล้ายคลึงกันกับหนังตะลุงเหมือนกัน คือเขาฉายแสงแรงๆ ผ่าน
ฟิล์มซึ่งมีรูปต่างๆ



๑๐. ชนิดของเงา

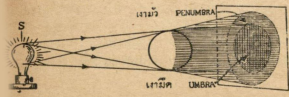
เงาที่เราเห็นอยู่เสมอบางทีก็ดำมืดมาก บางทีก็เป็นเงาจางๆ เงาชนิดที่
มืดมากเขา เรียกว่า บุรณฉายา (Umbra) และเงาจางๆ เรียกว่า อุปฉายา
(Penumbra) ต่อไปนี้จะแสดงให้เห็นว่า เงาทั้งสองนี้ต่างกันอย่างไร และเกิด
ขึ้นได้อย่างไร

(1) เมื่อต้นกำเนิดแสงเป็นจุด ถ้าเรา
ใช้กระป๋องที่ทะลุกันแล้วและเจาะรูเล็กๆ ข้าง
กระป๋องให้สูงเท่ากับระดับไส้หลอดไฟฟ้า แล้ว
เอาไปครอบหลอดไฟฟ้า แสงสว่างก็จะลอดออก
มาทางรูนั้นเท่านั้น หากจุดสว่างๆ ดังตรงขึ้นรับแสงสว่าง ห่างจากรูพอสมควร แล้วติดอุ้งแสง เช่น
ลูกมะนาว ตัดลำแสงที่พุ่งไปยังฉาก เราจะได้เงาดำมืดชัดเจนบนฉากเป็นวงกลม เงาที่บุรณ-
ฉายา ให้สังเกตว่า ถ้าเราเลื่อนมะนาวกับฉากให้เข้าใกล้ชิดกัน เงาก็จะเล็กลง แต่ถ้าเราเลื่อนให้ตั้ง
ทั้งสองห่างกัน เงาก็จะโตขึ้น

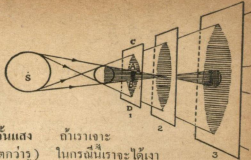


(2) เมื่อต้นกำเนิดแสงมีขนาดโต

ก. ต้นกำเนิดแสงกลมและมีขนาดเล็กกว่าวัตถุบังแสง ถ้าเราเจาะรูบนกระป๋องให้โตขึ้น
อีกพอสมควร แต่ยังเล็กกว่าลูกมะนาว แล้วทำการทดลองอย่างในข้อ (1) เราก็จะสังเกตเห็นเงา
ของลูกมะนาว บนฉาก เป็น วงสอง วงซ้อน
กัน วงในเป็น เงาดำมืด คือ บุรณฉายา วง
รอบนอกไม่ดำมืดสนิท แต่เป็นเงาจางๆ
ล้อมรอบวงแรก เงาตัวนี้คือ อุปฉายา



ขนาดของเงาทั้งสองบนฉาก จะโตขึ้นเมื่อฉากอยู่ไกลจากวัตถุ และขนาดของเงาจะเล็กลงเมื่อฉากอยู่ใกล้กับวัตถุ แต่เงาทั้งสองจะโตกว่าวัตถุเสมอเช่นเดียวกับเมื่อต้นกำเนิดแสงเป็นจุด



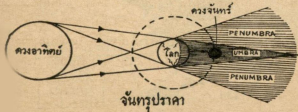
ข. ต้นกำเนิดแสงกลมและมีขนาดเท่ากับวัตถุที่กันแสง ถ้าเราเจาะกระป๋องให้มีรูขนาดเดียวกับลูกมะนาว (ดวงไฟควมโตกว่า) ในกรณีนี้เราจะได้เงาสองชนิด เช่นเดียวกับข้อ ก. คือ บุรณฉายจะมีขนาดเท่ากับลูกมะนาวเสมอ ส่วนอุปฉายจะโตกว่าลูกมะนาว และจะโตขึ้นเมื่อลูกมะนาวเลื่อนห่างจากฉากเข้าไปหาต้นกำเนิดแสงมากขึ้น

ก. ต้นกำเนิดแสงกลมและมีขนาดโตกว่าวัตถุที่กันแสง ในกรณีนี้ต้องเจาะกระป๋องให้มีรูโตกว่าลูกมะนาว หรือจะใช้ดวงไฟที่เปลวไฟโตๆ ก็ได้ ถ้าฉากอยู่ใกล้ลูกมะนาวกว่าดวงไฟเราจะได้บุรณฉายบนฉากเล็กกว่าวัตถุเสมอ ส่วนอุปฉายจะโตกว่าวัตถุ เมื่อเราเลื่อนฉากออกไปช้าๆ บุรณฉายจะเล็กลงๆ จนเป็นจุด ส่วนอุปฉายจะโตขึ้นเรื่อยๆ ไป เมื่อเลื่อนฉากออกไปอีกก็จะได้เพียงอุปฉายเท่านั้น

จันทร์ปราคาและสุริยุปราคา ทุกขณะประมาณซีกหนึ่งของโลกมีกลางวันเวลากลางคืน เพราะอยู่ในเงาของโลกเอง มีเงาปรากฏขึ้นตามธรรมชาติกันๆ ครั้งอีกสองชนิดคือ จันทร์ปราคาและสุริยุปราคา ในปัจจุบันก็ยังไม่มีใครรู้ว่าเงาทั้งสองนี้เป็นสิ่งแปลกประหลาดมหัศจรรย์ และถือว่าเป็นสิ่งแสดงหรือทำนายเหตุการณ์ล่วงหน้า ความจริงจันทร์ปราคาและสุริยุปราคาเป็นเรื่องของการเกิดเงา ตามที่ได้อธิบายมาแล้ว

๑๑. จันทร์ปราคา

ในคืนวันเพ็ญ บางทีดวงจันทร์หมุนเคลื่อนผ่านเข้าไปในเงาของโลก จึงเกิดจันทร์ปราคาขึ้น ดวงจันทร์ส่วนที่อยู่ในเงาไม่ได้รับแสงอาทิตย์จึงไม่มีแสงสำหรับสะท้อนมาให้เราเห็น เมื่อดวงจันทร์ค่อยเคลื่อนเข้าไปในเงาของโลกเราจะมองคล้ายกับว่าดวงจันทร์ค่อยถูก “กลืน” เข้าไป ดังนั้นคนโบราณเขาจึงเรียกว่า “ราหูอมจันทร์” บัดนี้เราทราบแล้วว่าสิ่งที่ “กลืน” ดวงจันทร์ และที่

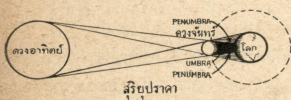


คนโบราณเรียกว่าราหูนั้น ก็คือโลกซึ่งทำให้เกิดเงานั้นเอง บางครั้ง บางคราว ดวงจันทร์ก็เคลื่อนเข้าไป จนอยู่ในเงาของโลกทั้งดวง

เราก็มองเห็นจันทรุปราคามีมืดทั้งดวง แต่บางครั้งดวงจันทร์ก็ผ่านเข้าไปอยู่ในเงาเพียงส่วนเดียว จันทรุปราคาก็ไม่มืดดวง การที่เป็นเช่นนี้และที่ไม่เกิดจันทรุปราคาทุกๆ เดือน ก็เพราะดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ไม่ได้เคลื่อนอยู่บนระนาบ (พื้นราบ) เดียวกันตลอดเวลา ดังนั้นดวงจันทร์จึงไม่ผ่านเงาของโลกทุกๆ คืนวันเพ็ญ หนึ่งควรรทราบไว้ด้วยว่า ที่เราเห็นดวงจันทร์แหว่งในคืนข้างแรมนั้นไม่ใช่เพราะเงาของโลกปรากฏบนดวงจันทร์ เช่น จันทรุปราคา แต่เป็นเพราะเงาของดวงจันทร์เอง ส่วนที่มีขีดหรือแหว่งออกจากดวงจันทร์ก็คือส่วนที่ไม่ได้รับแสงอาทิตย์ ดูกองเงาของโลกบนผิวโลกส่วนที่เป็นกลางคืน

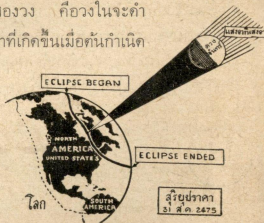
๑๒. สุริยุปราคา

ในคอนข้างขึ้นอ่อนๆ ดวงจันทร์และดวงอาทิตย์จะอยู่ข้างเดียวกันของโลก



ดังนั้น บางครั้งบางครั้งในวันแรม 15 ค่ำ ดวงจันทร์เคลื่อนเข้ามาบังแสงอาทิตย์ที่มายังโลก ทำให้เกิดเงาของ ดวงจันทร์ ปรากฏ

บนผิวโลก เขาเรียกปรากฏการณ์นี้ว่าสุริยุปราคา ความจริงเงาของดวงจันทร์มีอยู่ทุกวันทุกคืน แต่จะเกิดสุริยุปราคาก็เฉพาะเมื่อโลกอยู่ในเงาของดวงจันทร์เท่านั้น เงาจะมีลักษณะกลมเป็นวงกลมสองวง คือวงในจะดำมืด และวงที่อยู่รอบจะจาง เหมือนกับเงาที่เกิดขึ้นเมื่อต้นกำเนิดแสงโตกว่าวัตถุบังแสง เงาที่เกิดขึ้นนี้จะปรากฏบนเพียงส่วนหนึ่งของโลกเท่านั้น และเมื่อโลก ดวงจันทร์และดวงอาทิตย์หมุนเคลื่อนไป เงาก็จะเคลื่อนไปเป็นทางบนผิวโลก



แบบฝึกหัดบทที่ 20 ข.

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

ก. เมื่อแสงไปกระทบวัตถุอันแสง จะเกิด.....ขึ้นทางด้านตรงข้ามกับต้นกำเนิดแสง

ข. ในเวลากลางคืน เราอยู่ในเงาของ.....

ค. เมื่อต้นกำเนิดแสงเล็กมากจนเป็นจุด จะเกิดเงาชนิด.....เท่านั้น

ง. เมื่อเกิดสุริยุปราคา โลกจะไม่มีมืดทุกแห่ง เพราะดวงจันทร์มีขนาด.....กว่าดวงอาทิตย์

2. จงอธิบายคำเหล่านี้ อุปถาษา (Penumbra) บุรณลาษา (Umbra) พู่กันรังสี (Pencil of Rays)

3. จงอธิบายเรื่องหนึ่งตะลุงมาคร่าวๆ

4. จันทรูปราคาและสุริยุปราคาเกิดขึ้นได้อย่างไร เขียนรูปประกอบคำอธิบายมาด้วย

บทที่ 21

กำลังส่องสว่าง

๑. ความส่องสว่าง และความเจริญในการประดิษฐ์เครื่องส่องสว่าง

เมื่อดวงอาทิตย์ลับไปแล้ว แม้ดวงจันทร์จะเต็มดวงหรือดวงดาวแทบเต็มท้องฟ้า บ้านเรือนเราก็ไม่สว่างเช่นในตอนกลางวันซึ่งมีดวงอาทิตย์เพียงดวงเดียว ดวงจันทร์อาจะสะท้อนแสงอาทิตย์มาทำให้ถนนหนทางและสนามหญ้าสว่าง แต่ภายในบ้านเรือนที่มีหลังคาปกคลุมก็จะมีมืด เราทำงานไม่ได้สะดวก ดังนั้นเราจึงต้องจุดไฟ

ตามชนบทไกลๆ เขาจุดได้หรือจุดเทียนให้แสงสว่าง ในสมัยโบราณเขาจุดคบไฟ สมัยต่อมาเมื่อคนรู้จักขุดน้ำมันก็าคมาใช้ก็ใช้ตะเกียงน้ำมัน บ้าน

เรือนก็สว่างขึ้น แต่ก็มีความโคม่งทำให้บ้านเรือนมีเขม่าเกาะดำสกปรก เพราะถ่านหรือเขม่าติดไฟไม่หมด คนเราจึงหาวิธีระบายอากาศ



เชื้อเพลิง

Neon

หม้อแปลงไฟฟ้า

แหล่งกำเนิดของแสง

โดยใช้หลอดหรือโคมครอบดวงไฟ ให้อากาศเข้าถึงไฟได้สะดวก ไฟก็สว่าง และควันเขม่าน้อยลง หรือไม่กี่หาวิธีเป่าอากาศให้ผ่านเปลวไฟ เช่นตะเกียงลาน ต่อมาก็ดัดแปลงทำให้ดีขึ้น เช่นในตะเกียงเจ้าพายุ ตะเกียงจำพวกนี้เขาใช้ไส้ถ้ายวบด้วยเกล็ดของสารบางชนิด ซึ่งเมื่อร้อนจัดมีสมบัติแปลงพลังงานความร้อนเป็นพลังงานแสง ส่องแสงได้มากและสว่างจ้า นอกจากนั้น ความร้อนทำให้น้ำมันระเหยเป็นไอและปนกับอากาศ ซึ่งจะติดไฟให้ความสว่างได้ดี แต่บางแบบก็ไม่ต้องสูบลมเข้าไป ใช้หลักปล่องสูงดูดอากาศที่เข้าไป และใช้ไส้พิเศษแบบตะเกียงเจ้าพายุ เช่นตะเกียงอะลาติน เป็นต้น

ในประเทศที่มีถ่านหิน เขามักเผาถ่านหินทำก๊าซเก็บไว้ในถังใหญ่ ๆ และต่อท่อส่งไปจำหน่ายตามบ้านเรือนเช่นเดียวกับการส่งน้ำประปาไปจำหน่าย ไฟก๊าซนี้ใช้หุงต้มและให้แสงสว่างก็ได้ โคมไฟก๊าซใช้ไส้ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับตะเกียงเจ้าพายุ ประเทศที่มีก๊าซธรรมชาติซึ่งขุดตามบ่อน้ำมัน เขาก็นำก๊าซนั้นมาใช้ได้เช่นเดียวกับก๊าซถ่านหิน การใช้ไฟก๊าซนี้ไม่ค่อยจะสะดวก และมักมีอันตรายมาก เพราะถ้าท่อรั่วและคนหายใจเข้าไปมาก ๆ ก็จะถึงกับตายได้ หรือถ้ามีใครจุดไม้ขีดไฟหรือมีเปลวไฟก็อาจจะระเบิดขึ้นได้ ดังนั้นในสมัยนี้ เขาจึงนิยมใช้ไฟฟ้ากันมากกว่า

ไฟฟ้าและไฟเนออน

เรารู้จักทำให้ฟ้าขึ้นใช้ไฟเป็นประโยชน์ได้จริงจึงมาเมื่อประมาณหนึ่งร้อยปีมานี้เอง และเป็นที่ทราบกันอยู่แล้วว่า ไฟฟ้าเวลาไหลผ่านวัตถุ วัตถุจะร้อนขึ้น ดังนั้น ถ้าทำให้วัตถุร้อนได้มาก ๆ วัตถุนั้นก็จะเปล่งแสงสว่างได้มาก มีผู้คิดทำให้เกิดแสงสว่างด้วยไฟฟ้าหลายคนแต่ไม่สำเร็จ เพิ่งมาสำเร็จเมื่อประมาณปี ค.ศ. 1879 นี้เอง เอดิสัน (Edison) นักประดิษฐ์ผู้มีชื่อเสียงโด่งดัง

หลอดไฟที่เอดิสันประดิษฐ์
เมื่อ ค.ศ. 1879

ชาวอเมริกันเป็นคนแรกที่คิดทำสำเร็จ เอดิสันใช้ไส้ถ่านไม้ไฟใส่ไว้ในหลอดแก้ว แล้วสูบน้ำอากาศออกจากหลอดแก้ว เมื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้ถ่านนั้นไป ก็มีไฟสว่างอยู่ได้นาน ๆ นี่เป็นหลอดไฟฟ้าชนิดแรกที่ทำออกขายสู่ท้องตลาด นักประดิษฐ์ชาวอังกฤษในยุคเดียวกันได้ทำไส้โลหะทั้งสแตน บรจุในหลอดสุญญากาศแทนไส้ถ่าน ในปัจจุบันหลอดไฟฟ้าโดยมากมีไส้โลหะ และแทนที่จะทำให้อากาศในหลอดเป็นสุญญากาศ เขาก็บรรจุหลอดแก้วด้วยก๊าซเฉื่อย เช่น ไนโตรเจน ซึ่งไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับไส้โลหะ หลอดไฟฟ้าชนิดนี้จะทนทานกว่าหลอดไฟฟ้าชนิดแรก

นอกจากหลอดไฟฟ้าไส้โลหะที่ใช้กันแพร่หลายแล้ว ยังมีหลอดไฟฟ้าอีกชนิดหนึ่งเรียกว่าหลอดไฟฟ้าสุญญากาศ หรือหลอดเรืองแสง (Fluorescent Lamp) ซึ่งเรียกกันทั่ว ๆ ไปว่า ไฟฟ้านeon หลอดชนิดนี้ไม่มีไส้โลหะ และไม่มีก๊าซอัดไว้ เขาสูบน้ำอากาศออก แล้วบรรจุ



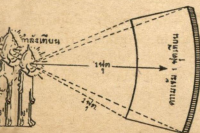
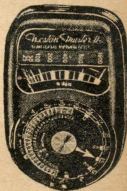
หลอดแก้วด้วยไอปรอทหรือก๊าซอื่น ๆ เช่น ก๊าซเนออนเพียงเล็กน้อย เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านก๊าซนี้ก็จะให้แสงสว่าง ถ้าข้างในเป็นก๊าซเนออนก็จะได้ไฟสีแดง ถ้าเป็นก๊าซอื่นก็จะได้แสงสีอื่นสุดแล้วแต่ชนิดของก๊าซ เนื่องจากว่าเดิมเขาใช้หลอดเนออนเพื่อการโฆษณาเท่านั้น ดังนั้น คนจึงมักเรียกหลอดไฟเรืองแสงติดปากเสมอว่าไฟเนออนทั้งนั้น นอกจากใช้ในการโฆษณาแล้ว ในสมัยปัจจุบันก็มีผู้ใช้หลอดไฟชนิดนี้ตามบ้านเรือนกันแพร่หลายมากขึ้น

๒. ความสว่าง

ประสาทตาของเราเหมือนประสาทอื่น ๆ คือไม่สามารถบอกให้เราทราบได้ว่า ความสว่างมีมากน้อยเพียงใด แต่อย่างไรก็ดี ตาของเราจะเปรียบเทียบและบอกให้เราทราบว่า ความสว่างที่ได้รับคราวหนึ่งมากกว่าหรือน้อยกว่าคราวอื่นหรือไม่ ได้อย่างคร่าว ๆ และเรามักจะใช้คำต่าง ๆ สำหรับบอกว่ามีแสงน้อยหรือมาก เช่น มืด มัว สว่าง สว่างไสว จำ เป็นต้น

เพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความสว่างต่อไป นักเรียนควรเข้าใจด้วยว่า แสงมีปริมาณและอาจวัดได้เช่นเดียวกับความร้อนหรือพลังงานอื่นๆ เพื่อจะให้เข้าใจซึ่งและนึกมองเห็นภาพได้ง่าย เราจะถือว่า แสงมีตัวตนและเป็น “ตัวๆ” หรือ “ห่อๆ” ออกจากแหล่งกำเนิดแสงก็ได้ ฉะนั้น ตามทฤษฎีอนุภาคของแสง หรือ ทฤษฎีควอนตัมตรงไหนสว่างมากน้อย อย่างไรก็ดี แต่จำนวน “ห่อ” ของแสงที่ตกกระทบตรงนั้น มาก น้อยเท่าใด ในเวลาหนึ่งวินาที ในวิชาแสงเขาใช้คำว่า “ความเข้มแห่งการส่องสว่าง” (Intensity of Illumination) แทนคำธรรมดาว่า “สว่าง”

ในปัจจุบันได้มีผู้ประดิษฐ์เครื่องชนิดหนึ่งชื่อเซลล์โฟโตรอนิก (Photronic Cell) ขึ้นสำหรับวัดความเข้มของแสง เครื่องวัดความเข้มของแสงสว่าง เครื่องนี้เป็นเซลล์โฟโตอิเล็กตริก (Photo Electric Cell) แบบหนึ่ง เมื่อได้รับแสง เซลล์โฟโตรอนิกจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน อัมมิเตอร์ ถ้าความเข้มของแสงมาก กระแสไฟฟ้าก็จะเกิดขึ้นมาก ดังนั้น เขาจึงแบ่งขีดบนหน้าปัดไว้



ได้เพิ่มอัมมิเตอร์ สำหรับบอกค่าของความเข้มของแสงเป็น ฟุต-เทียน (Foot-candle Scale) ได้โดยตรง

๓. มาตรฐานหนึ่งกำลังเทียน

ดวงไฟให้แสงสว่างไม่เท่ากัน หลอดไฟที่เราใช้ให้แสงสว่างมากบ้างน้อยบ้าง เวลาเราซื้อหลอดไฟฟ้าเขาก็มักถามเราว่า ต้องการกี่กำลังเทียน (ภาษาตลาดมักเรียกว่า แรงเทียน) หลอดไฟฟ้าที่มีกำลังเทียนสูงก็คือ หลอดที่จะให้แสงสว่างมาก หรือมี กำลังการส่องสว่าง (Power of Illumination) มาก แต่เราก็เปลืองกำลังไฟฟ้ามาก และเสียค่าไฟฟ้ามากขึ้นด้วย

เมื่อพูดถึงกำลังเทียนนั้น เขาหมายถึง หน่วยของความส่องสว่างของดวงไฟ และกำหนดขนาด เทียนไขมาตรฐาน ซึ่งส่องแสงได้ 1 กำลังเทียนขึ้น แต่ในปัจจุบันเขาใช้ หลอดไฟฟ้ามาตรฐานแทนเทียนมาตรฐาน ที่เขาต้องตั้งหน่วยขึ้นก็มีความประสงค์เช่นเดียวกับการตั้งหน่วยอื่นๆ คือ สำหรับใช้วัดหรือเปรียบเทียบ เพื่อความสะดวกในการซื้อขาย หรือในค่านิวิชากร

เทียนไขธรรมดาที่เราใช้นั้นมีกำลังส่องสว่างไม่ถึง 1 กำลังเทียน ไฟที่เราใช้ตามบ้านก็มีกำลังส่องสว่างอย่างน้อยประมาณ 5 กำลังเทียน ไฟฉายต่อผู้อากาศยาน อาจมีกำลังส่องสว่างหลายล้านกำลังเทียน มีผู้คำนวณกันว่า ดวงอาทิตย์มีกำลังส่องสว่างถึง 1,575,000,000,000,000,000,000 กำลังเทียน

๔. กฎกำลังสองผกผัน

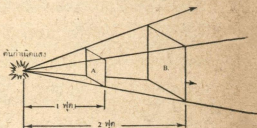
เมื่อแสงจากดวงไฟไปกระทบกับผิวของวัตถุนั้น ผิววัตถุจะสว่างหรือได้รับความเข้มแห่งการส่องสว่างมากเมื่ออยู่ใกล้ แต่เมื่อวัตถุถอยห่างออกไปจากแหล่งกำเนิด ความเข้มก็จะลดน้อยลง การลดน้อยลงนี้จะเป็นไปตาม กฎกำลังสองผกผัน กล่าวคือ “ความเข้มแห่งการส่องสว่าง จะเป็นสัดส่วนผกผันกับระยะทางกำลังสอง” เช่น ต้นแสง O ส่องแสงไปทาง A และ B A อยู่กึ่งกลางระหว่าง O และ B พื้นที่ที่ B จะเป็นสี่เท่าของ A แต่ปริมาณของแสงที่ A และ B เท่ากัน ดังนั้นความเข้มของแสงบนผิว B จะเท่ากับเพียง 1 ใน 4 ของแสงบนผิว A

เราอาจเขียนสูตรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มกับระยะห่าง โดยอาศัยกฎกำลังสองผกผันได้ดังนี้

$$\frac{I_A \text{ (ความเข้มบน A)}}{I_B \text{ (ความเข้มบน B)}} = \frac{\frac{1}{OA^2}}{\frac{1}{OB^2}} = \frac{OB^2}{OA^2}$$

$$\text{ความเข้ม } I = \frac{\text{กำลังเทียบ CP}}{(\text{ระยะทาง } d)^2}$$

ตัวอย่างที่ 1 หลอดไฟฟ้ามี่กำลังส่องสว่าง 100 กำลังเทียบ วางอยู่ห่างจากฉาก 20 ฟุต จงหาความเข้มแห่งการส่องสว่างบนฉาก



$$\text{สูตร } I = \frac{CP}{d^2}$$

$$\text{แทนค่า } I = \frac{100}{20^2} = 1/4 \text{ ฟุต-เทียน}$$

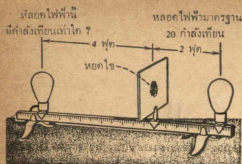
ตามที่กล่าวมาข้างต้นนี้เราถือเอาว่า ถ้าแสงตั้งฉากกับผิวที่รับแสง แต่ถ้าเราเอียงผิวเข้ารับแสง ผิวก็จะมีค่าความเข้มของการส่องสว่างน้อยลง เพราะพื้นที่ซึ่งได้รับแสงมีขนาดโตขึ้น

๕. การเปรียบเทียบและวัดกำลังส่องสว่างด้วยโฟโตมิเตอร์

เครื่องมือที่ใช้ในการเปรียบเทียบกำลังส่องสว่างของดวงไฟสองดวง เขาให้ชื่อว่า โฟโตมิเตอร์ (Photometer) โฟโตมิเตอร์มีหลายชนิด แต่อาศัยหลักเดียวกันทั้งนั้น คือจัดวางดวงไฟทั้งสองให้ส่องแสงไปยังฉากเดียวกันได้สว่างหรือเข้มเท่ากัน

$$\text{ดังนั้น } \frac{CP_1}{d_1^2} = \frac{CP_2}{d_2^2}$$

โฟโตมิเตอร์แบบบุนเซน โฟโตมิเตอร์แบบนี้เป็นกระดาดขาวมีจุดหยดไขเทียนอยู่กลาง ตั้งอยู่ระหว่างดวงไฟทั้งสองดวงที่จะเปรียบเทียบ ถ้าจัดระยะให้ดวงไฟอยู่ห่างจากจุดหยดเทียนไขนี้พอเหมาะ เราก็จะมองไม่เห็นรอยหยด



ไขเทียนเลย ขณะนี้ความเข้มของแสงบนฉากเนื่องจากดวงไฟทั้งสองจะเท่ากัน

เมื่อวัด ระยะระหว่าง ดวงไฟและฉาก คือ d_1 และ d_2 ได้แล้ว ก็เปรียบเทียบ

กำลังส่องสว่างได้โดยใช้สูตรข้างบน

ตัวอย่างที่ 2 จงหากำลังเทียนของหลอดไฟฟ้าซึ่งเมื่ออยู่ห่างจากไฟโตมิเตอร์ 4 ฟุต ก็จะทำให้ความเข้มเท่ากับหลอดไฟมาตรฐาน 20 กำลังเทียน ซึ่งอยู่ห่าง 2 ฟุต

$$\begin{aligned} \text{สูตร} \quad \frac{CP_1}{d_1^2} &= \frac{CP_2}{d_2^2} \\ \text{แทนค่า} \quad \frac{CP_1}{4^2} &= \frac{20}{2^2} \\ CP_1 &= 20 \times \frac{4^2}{2^2} \\ &= 80 \text{ กำลังเทียน} \end{aligned}$$

๖. การตามไฟหรือการส่องสว่างตามบ้านและสถานที่ต่างๆ

ในการตามไฟเพื่อให้ความสว่างแก่บ้านเรือนหรือสถานที่ต่างๆ นั้น ควรให้สว่างพอเหมาะ เพื่อให้เราสามารถทำงานและเล่นได้สะดวกไม่เป็นอันตรายแก่สายตา

เราทราบมาแล้วว่า ความเข้มแห่งการส่องสว่างบนผิวซึ่งอยู่ห่าง 1 ฟุต จากต้นแสงซึ่งมีกำลังส่องสว่าง 1 กำลังเทียนเท่ากับ 1 ฟุต-เทียน ดังนั้น ถ้าระยะทางเป็น 1 เมตร ความเข้มก็จะเป็น 1 เมตร-เทียน (1 เมตร-เทียน มีค่าเท่ากับประมาณ 1/10 ฟุต-เทียน)

ตามปกติในการอ่านหนังสือ เราต้องการความเข้มบนหน้าหนังสือประมาณ 3 ฟุต-เทียน หรือ 30 เมตร-เทียน นั่นคือ ถ้าเราอ่านหนังสืออยู่กลางแจ้ง และใช้ดวงไฟ 30 กำลังเทียน หนังสือควรอยู่ห่างจากดวงไฟ 1 เมตรเราก็อ่านได้สะดวก ไม่สว่าง ไม่มืดเกินไป และไม่เป็นอันตรายแก่สายตา แต่ถ้าเราอยู่ในห้อง ปริมาณของแสงสะท้อน อาจจะเป็นตั้ง 2 ถึง 4 เท่าของปริมาณของแสง



๕. ลักษณะของ ภาพจากกระจกเงา
กระจก ภาพเสมือนและปริศนาคาโลม
← เมื่อมองดูภาพ II' ในกระจก
จากนั้น รังสี เช่น PE และ QE ไม่
ได้มาจาก I, I' จริงๆ เป็นแต่เพียง
ปรากฏว่าพุ่งมาเท่านั้น ดังนั้นเราจึง
เรียกภาพ II' ว่า ภาพเสมือน (Virtual

Image)

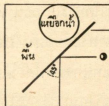
อนึ่ง เมื่อส่องกระจกห้วผผ และมองดูภาพของตัวเอง เราจะ
เห็นว่าหัวซึ่งอยู่ในมือขวาของเราจะปรากฏตามภาพว่าอยู่ในมือซ้าย มือขวาจะ
ปรากฏว่าเป็นมือซ้าย และมือซ้ายจะปรากฏว่าเป็นมือขวา กลับข้างกันเช่นนี้
เสมอ การกลับข้างนี้เขาเรียกว่า ปริศนาคาโลม (Lateral Inversion) ให้
สังเกตคำว่าภาพเสมือนชนิดนี้ เป็นแต่เพียงกลับซ้ายเป็นขวา กลับขวา
เป็นซ้าย แต่ไม่กลับหัว และมีลักษณะเหมือนกับเมื่อเราเขียนหนังสือบน
กระดาษบางๆ และพลิกกลับดูด้านหลัง

๖. การใช้ภาพเสมือนเพื่อลงตา

เขานำความรู้เกี่ยวกับภาพเสมือนซึ่งเกิดขึ้นด้วยกระจกเงาไปใช้ในการเล่น
กลหลายอย่าง ก็จะอธิบายต่อไปนี้



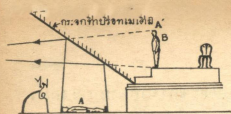
(1) การเล่นเกมจุดไฟในน้ำ การเล่นเกมชนิดนี้ กระจก
ที่ใช้หาปรอทเพียงประปรายแสงทะลุได้บ้าง วางขวดโหลใส่น้ำ
ไว้ข้างหลังกระจก ผู้มองทางด้านหน้ากระจก ก็จะเห็นขวดโหล
กลางๆ ถ้าตั้งเทียนไขไว้ข้างหน้ากระจก ให้ห่างจากกระจก



เท่าๆ กันกับขวดโหล
ภาพของเทียนไขอยู่
กลางขวดโหล ดังนั้นถ้า
เอาผ้าดำบังเทียนไขและ
เอียงกระจกให้พอดี ผู้ดู
ก็จะเห็นภาพของเทียนไขอยู่กลาง
ขวดโหล แต่มองไม่เห็นเทียนไข

อันจริง พอจุดเทียนไขขึ้นก็จะมองเห็นคล้าย
กับว่าเทียนไขติดไฟได้ทั้งๆ ที่อยู่ในน้ำ





(2) การเล่นกลที่หลุด กระบอกที่ใช้ในน้ำ กลมนี้มักขณะคล้ายกับการเล่นกลจุดไฟในน้ำ และตั้งทำมุม 45° เข้าหาผู้ดู ให้คนแสดงสองคน คนที่หนึ่ง

นอนหงายใต้กระบอกและหันหัวไปทางผู้ดูมีฝาตั้งไม่ให้ผู้ดูมองเห็น และจุดไฟสว่างจ้าไว้เหนือหัวคน ผู้ดูจะมองเห็นภาพ A' ของชายผู้นั้นอย่างชัดเจนในกระบอก ชายคนที่ 2 B นอนอยู่ตรงภาพ A' ชายคนที่หนึ่งพอดี ดังนั้น ถ้าชาย B เดินเคลื่อนที่ออกไปก็จะมองเห็นคล้ายกับว่า “เงา” ออกจากร่างเดินไป

แบบฝึกหัดบทที่ 22 ก

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

- ก. ผิวโลหะราบเรียบขัดมันสะท้อนแสงเป็น.....และทำให้เกิดภาพเสมือนมองเห็นได้ชัด แต่ผิวขรุขระสะท้อนแสงไม่เป็น.....และทำให้มองเห็นภาพไม่ชัด
- ข. วัตถุอับแสงผิวราบเรียบสะท้อนแสงได้.....กว่าวัตถุโปร่งแสงผิวราบเรียบ
- ค. กระบอกเงาทำให้เกิดภาพ.....และภาพนั้นกลับ.....เป็น.....แต่ไม่กลับ.....
- ง. ระยะห่างจากภาพถึงผิวกระจกราบ.....ระยะห่างจากวัตถุถึงผิวกระจกราบ

2. กฎการสะท้อนแสงมีว่าอย่างไร

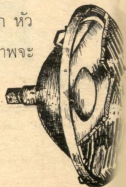
3. ถ้าวัตถุอยู่ห่างจากกระจกราบ 20 เซนติเมตร ภาพจะอยู่ห่างจากกระจกเท่าใด

4. วัตถุอันหนึ่งอยู่ห่างจากกระจกราบ 30 ซม. วัตถุจะอยู่ห่างจากภาพเท่าใด ถ้าเคลื่อนวัตถุให้ห่างออกไปอีก 10 ซม. วัตถุและภาพจะอยู่ห่างจากกันเพิ่มขึ้นเท่าใด

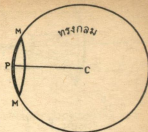
กระจกโค้งและส่วนต่างๆ ของกระจกโค้ง

๑. กระจกโค้ง

ถ้าเราส่องดูตัวเราในกระจกชนิดแล้ว ๆ เราจะมองเห็นภาพของตัวเราบิดเบี้ยวและไม่ชัดเจน ตามสถานที่บางแห่งเขามักจะตั้งกระจกโค้ง ๆ บิด ๆ เบี้ยวไว้ตามฝา เมื่อเรายืนอยู่หน้ากระจกชนิดนี้ เราจะเห็นภาพของตัวเราเองเป็นภาพตลก ผอม สูง หัวโต เท้าโตบ้าง อ้วน พุงพลุ้ย เท้าเล็ก หัวเล็กบ้าง และเมื่อเราเดินเข้าหาหรือออกห่างไปจากกระจก ภาพจะเปลี่ยนแปลงไป สิ่งที่เราจะใช้แทนกระจกโค้งได้อย่างหนึ่งก็คือ ข้อนโลหะขัดมัน ถ้าเรามองดูข้างบนเราจะเห็นภาพของเราเล็กชัดเจน และมองเห็นภาพของสิ่งอื่นๆ ซึ่งอยู่ข้างหลังอีกมาก



ด้วยเหตุนี้เขาจึงใช้กระจกนูนที่รถยนต์ ให้คนขับ
มองดูสิ่งที่อยู่ข้างหลัง แต่ถ้าเรามองดูด้านเว้าของข้อนี้ เรา
มักจะมองไม่เห็นภาพ จะเห็นต่อเมื่อเราเลื่อนตาเข้าไปใกล้
ข้อนี้มาก



กระจกโค้งที่เราพูดถึงกันและใช้กันตามปรกตินั้น มักเป็นกระจกทรงกลม
นั่นคือ เป็นผิวส่วนหนึ่งของทรงกลมกลวง จะเป็นผิวนอกหรือผิวในก็ได้

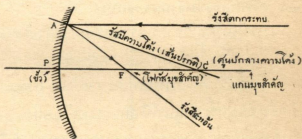
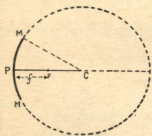
ต่อไปนี้จะกล่าวถึงกระจกทรงกลม เพราะเป็นกระจกที่สามารถทำงานง่าย และอาจหาสูตรแสดง
ส่วนสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของวัตถุและของภาพได้ง่ายๆ เขาใช้ทำประโยชน์ได้หลายอย่าง กล้อง
ดูดาวที่ใหญ่ที่สุดในโลกก็อาศัยกระจกทรงกลม

๘. กระจกทรงกลม

กระจกทรงกลมเป็นส่วนเล็กๆ ส่วนหนึ่งของทรงกลม ที่มีปรอทเคลือบผิว
นอกหรือผิวใน หรือขัดผิวนอกผิวในเป็นมันเพื่อให้สะท้อนแสงได้

กระจกทรงกลมแบ่งออกเป็นสองชนิดคือ

(1) กระจกที่ใช้ผิวนอกหรือผิวนูนของทรงกลมสะท้อนแสงเขาเรียกว่า
กระจกนูน



(2) กระจกที่ใช้ผิวในหรือผิวเว้าสะท้อนแสง เขาเรียกว่า กระจกเว้า
MM' ในรูป แสดง ส่วน เล็กๆ ซึ่งตัดออกมาจากผิวของ ทรงกลม กลวง สำหรับ ใช้ ทำ กระจก

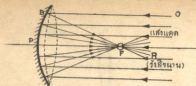
ทรงกลม

จุด P กลางกระจกเขาเรียกว่า ขั้ว

จุด C เขาเรียกว่า ศูนย์กลางของความโค้งของทรงกลม

เส้น PC เขาเรียกว่า แกนमुखสำคัญ และรัศมี r ของทรงกลม เช่นความยาวของเส้น PC เรียกว่า รัศมี
แห่งความโค้ง

จุด F ซึ่งอยู่กึ่งกลางระหว่าง P และ C เรียกว่าโฟกัส จุดนี้เป็นจุดรวมของรังสีสะท้อนของรังสี

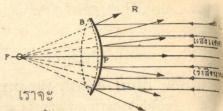


ตกกระทบคู่กันขนาน เช่น ลำแสงแดดเป็นต้น
เรียกว่า ความยาวโฟกัส และนิยมนำใช้กับรย่อ f

$$\text{ดังนั้น } f = \frac{r}{2}$$

๘. กระจกเว้า และ กระจกนูนใน แสงแดด และจุดโฟกัส

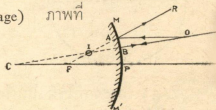
เมื่อเรานำกระจกทรงกลมมารับแสงแดด เราจะเห็นมีลำแสงสะท้อนกลับออกไป ในกรณีกระจกเว้า ลำแสง สะท้อนเป็น พุ่งกันดู เข้าจะ มาตัดกันที่จุด ๆ หนึ่งซึ่งเราเรียกว่าจุดโฟกัส F ถ้าแสงแดดกลำมากและกระจกหันเข้ารับแสงแดดเต็มที่ ตรงจุด F จะร้อนจัด และสว่างมาก จุดนี้คือภาพจริงของดวงอาทิตย์นั่นเอง ถ้าเอากะดาษไปรับแสงแดดตรงจุดนี้ กระดาษอาจไหม้เกรียมได้ และถ้าเอาหัวไม้ขีดไฟไปจ่อมันก็จะลุกเป็น ไฟขึ้น



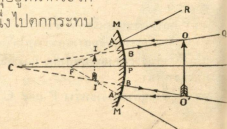
ในกรณีกระจกนูน เราจะไม่ได้ภาพจริงเช่นนี้ แต่เรามองเห็นภาพของดวงอาทิตย์ที่จุด ซึ่งหลังกระจก ลำแสงที่สะท้อนกลับออกมาจะเป็นพื่นกันดูออก

๙๐. ภาพที่เกิดขึ้นจากกระจกนูน

เราได้เรียนเกี่ยวกับกระจกมาแล้วว่า ภาพวัตถุจะเกิดขึ้นที่จุดซึ่งรังสีสะท้อนต่อย้อนไปตัดกัน เนื่องจากรังสีสะท้อนมิได้ตัดกันจริง ๆ เราจึงเรียกภาพที่เกิดขึ้นนี้ว่าเป็น ภาพเสมือน (Virtual Image) ภาพที่เกิดขึ้นด้วย กระจกนูน ก็มี ลักษณะ คล้ายคลึงกับภาพที่เกิดขึ้นด้วยกระจกเว้าหลายประการ ดังจะเห็นต่อไปนี้



สมมุติ MM' เป็นกระจก O เป็นวัตถุอยู่หน้ากระจก รังสีออกจากวัตถุ O โดยรอบ แต่รังสีกลุ่มหนึ่งไปตกกระทบบนผิว กระจก และ สะท้อน กลั้บ ตาม กฎ การ สะท้อนของแสง รังสีสะท้อนทั้งหมดนั้นเมื่อต่อย้อนกลับไปจะตัดกันที่จุด I ซึ่งเรียกว่า



ภาพของ O และเราอาจหาตำแหน่งของจุด I ได้ง่าย ๆ โดยพิจารณารังสีง่าย ๆ บางอัน เช่น

(1) รังสีตกกระทบ AO ซึ่งขนานกับแกน PC เมื่อสะท้อน รังสีสะท้อนจะอยู่ตามแนว AR ซึ่งผ่านจุดโฟกัส F

(2) รังสีตกกระทบ OB ซึ่งผ่านศูนย์กลาง เมื่อสะท้อน รังสีสะท้อนจะอยู่ตามแนว BOQ (แนวเดิม) เพราะรังสีนี้เป็นรัศมีของวงกลมซึ่งตั้งฉากกับผิวของกระจก (มุมตกกระทบเป็น 0 ดังนั้นมุมสะท้อนจึงเท่ากับ 0 ด้วย)

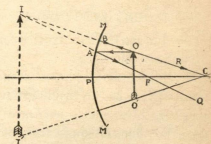
รังสีสะท้อนทั้งสองนี้เมื่อต่อย้อนกลับจะตัดกันที่จุด I หลังกระจก ดังนั้น I จะเป็นภาพเสมือนของวัตถุ O

ในการที่วัตถุมีความยาว เช่นเป็นเส้นตรง เราก็อาจหาตำแหน่งภาพได้โดยอาศัยหลักอันเดียวกันกับข้างบน คือหาตำแหน่งของภาพ I ของ O และหาภาพ I' ของ O' แล้วลาก II' ก็จะได้ II เป็นภาพของ OO'

ภาพจากกระจกนูนจะเป็น ภาพเสมือนขนาดเล็กกว่าวัตถุและหัวตั้งเสมอ

๑๑. ภาพที่เกิดขึ้นด้วยกระจกเว้า

ภาพที่เกิดขึ้นโดยกระจกเว้า นั้น บางที่เป็นภาพเสมือนอยู่หลังกระจกเช่นเดียวกับกรณีกระจกนูนและกระจกราบ แต่บางทีภาพก็เกิดขึ้นโดยแสงสะท้อนมาตัดกันจริง ๆ หน้ากระจก ภาพเช่นนี้เขาเรียกว่า ภาพจริง (Real Image) เราอาจเขียนแผนภาพหาตำแหน่งของภาพโดยวิธีเรขาคณิต เช่นเดียวกันกับในกรณีของกระจกนูน

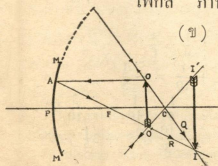


(ก) เมื่อวัตถุอยู่ใกล้กระจกเว้ากว่า

โฟกัส ภาพที่เกิดขึ้นจะเป็นภาพเสมือน

(ข) เมื่อวัตถุอยู่ที่ F' ภาพจะเกิดที่อนันต์ (Infinity) เพราะรังสีสะท้อนจะขนานกัน

(ค) เมื่อวัตถุอยู่ไกลจากกระจกกว่าโฟกัส F ภาพที่เกิดขึ้นจะเป็นภาพจริง เพราะรังสีตกกระทบ OA และ OB จะสะท้อนมาตัดกัน



จริง ๆ หน้ากระจกที่ I และเราอาจใช้ฉากรับได้ ส่วนภาพเหมือนนั้นเราใช้ฉากรับไม่ได้

ให้สังเกตและจำไว้เสมอว่า ภาพจริงหัวกลับกับวัตถุ และถ้าวัตถุอยู่ไกลกว่าโฟกัส ภาพจะเป็นภาพจริงเสมอ ให้นักเรียนลองสร้างรูปเองและแสดงว่า เมื่อ

(1) วัตถุอยู่ที่ศูนย์กลางแห่งความโค้ง C ภาพจริงจะอยู่ที่ C แต่หัวกลับและมีขนาดเท่าวัตถุ

(2) วัตถุอยู่ไกลกว่าศูนย์กลางแห่งความโค้ง C ภาพจริงจะอยู่ระหว่าง F และ C หัวกลับ และมีขนาดเล็กกว่าวัตถุ

(3) ถ้าวัตถุทำให้เกิดภาพจริง ตำแหน่งของภาพและวัตถุจะกลับที่กันได้ เช่น ถ้าวัตถุอยู่ห่าง 6 ซม. ทำให้เกิดภาพจริงอยู่ห่าง 15 ซม. ถ้าเอาวัตถุไปไว้ห่าง 15 ซม. ภาพจริงจะเกิดขึ้นห่างจากกระจก 6 ซม. เป็นต้น

๑๒. วิธีคำนวณหาตำแหน่งของภาพ

โดยใช้วิชาเรขาคณิตสูง ๆ ขึ้นไป เราอาจหาสูตรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของวัตถุและภาพที่เกิดขึ้นด้วยกระจกทรงกลมได้ง่าย ๆ ดังนี้

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \text{ หรือ } = \frac{2}{r}$$

ในเมื่อ v คือระยะห่างของภาพ

u คือระยะห่างของวัตถุ oo

f คือความยาวโฟกัส PF และ r คือรัศมีมีความโค้ง PC

ให้สังเกตไว้ให้ดีว่า ระยะห่างต้องวัดจากจุด P และถ้าจุดไม่อยู่บนแกน ต้องวัดจากกระจกตามแนวขนานกับแกนเสมอ

อนึ่ง ในเมื่อจะใส่ค่าตัวเลขแทนตัวอักษร u, v, f และ r ลงในสูตรนั้น ต้องใส่เครื่องหมายแสดง + หรือ - ลงนำหน้าตัวเลขเสียก่อน ถ้าระยะห่างวัดไปทางหน้ากระจก ให้ใส่ + ถ้าวัดไปทางหลังกระจก ให้ใส่ - เสมอ และถ้าหาค่าใดออกมาเป็น + ก็แสดงว่าระยะห่างวัดไปทางหน้ากระจก และถ้าได้ - ก็แสดงว่าอยู่หลังกระจก อย่างลึ้มว่า ระยะ f ก็ต้องมีหน้ากระจก หลังกระจกเหมือนกัน

ตัวอย่าง วัตถุอยู่ห่างจากกระจกนูน 10 ซม. ถ้ากระจกมีความยาวโฟกัส 5 ซม. ภาพจะเกิดขึ้นที่ไหน และเป็นภาพชนิดใด

$v = ?$

$u = + 10$ ซม. (วัตถุอยู่หน้ากระจก)

$f = - 5$ ซม. (โฟกัสอยู่หลังกระจก)

$$\text{สูตร } \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\text{แทนค่า } \frac{1}{v} + \frac{1}{10} = -\frac{1}{5}$$

$$\therefore \frac{1}{v} = -\frac{1}{5} - \frac{1}{10} = -\frac{3}{10} \text{ ซม.}$$

$$\therefore v = -\frac{10}{3} \text{ หรือ } -3\frac{1}{3} \text{ ซม.}$$

ภาพอยู่หลังกระจก (เพราะได้ค่าติดลบ) ห่างจากกระจก $3\frac{1}{3}$ ซม. ภาพเป็นภาพเสมือน (เพราะอยู่หลังกระจกแสงทะลุกระจกไปตัดกันจริง ๆ ไม่ได้)

แบบฝึกหัดบทที่ 22 ข

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

ก. กระจกโค้งคือ.....มี.....ชนิด คือ.....จุดที่กระจกโค้งสะท้อนแสงแต่รวมกันเรียกว่า.....และระยะห่างระหว่างกระจกและจุดนี้เรียกว่า.....

ข. รัศมีแห่งความโค้ง $r =$ ของทางยาวโฟกัส f

ค. สูตรกระจกโค้งสำหรับหาระยะห่างของภาพคือ

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{r}$$

ง. ภาพเนื่องจากกระจกเกิดขึ้นเมื่อแสงสะท้อนจากกระจกมากันหรือต่อซ้อนหลังไป.....กัน กรณีแรกเรียกว่าภาพ.....กรณีหลังเรียกว่าภาพเสมือน ภาพ.....เกิดหน้ากระจก ภาพเสมือนเกิด.....กระจก กระจกราบและกระจกนูนทำให้เกิดภาพ.....เสมอ แต่กระจกเว้าอาจทำให้เกิดภาพ.....หรือภาพ.....ก็ได้

2. วัตถุอยู่ห่างจากกระจกนูน 5 ซม. ถ้าทางยาวโฟกัสของกระจกเท่ากับ 10 ซม. ภาพเกิดห่างจากกระจกเท่าใด

3. วัตถุอยู่ห่างจากกระจกเว้า 15 ซม. ถ้าทางยาวโฟกัสของกระจกเท่ากับ 10 ซม. ภาพเกิดห่างจากกระจกเท่าใด

บทที่ 23

การหักเหของแสง รุ้ง และการเห็น

๑. การหักเหของแสง

เราทราบมาแล้วว่า แสงเดินทางเป็นเส้นตรง เมื่อแสงเดินทางในตัวกลางเอกพันธ์ชนิดหนึ่ง ๆ ซึ่งมีเนื้ออย่างเดียวกันตลอด แต่ถ้าแสงเดินทางในตัวกลางเอกพันธ์ชนิดหนึ่งแล้วไปพบตัวกลางเอกพันธ์อีกอันหนึ่ง แสงจะหัก ณ จุดที่ตัวกลางนั้นพบกัน ต่อไปนั้นเราจะได้เรียนถึง การหักเหของแสง เมื่อแสงเดินทางในตัวกลางหนึ่ง เช่นอากาศเข้าไปในตัวกลางหนึ่ง เช่นน้ำหรือแก้ว

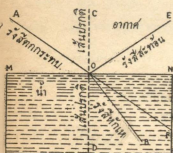
ธรรมชาติการหักเหของแสงมีอยู่ในชีวิตประจำวันของเราเสมอ แต่บางคนอาจไม่สังเกตและไม่เคยนึกถึงเหตุผลว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

เมื่อเราเอาไม้จุ่มลงไปในถ้วยแก้วน้ำ แล้วมองดูจากข้างบนเราจะ



เห็นไม้ทักขึ้นมาตรงที่ผิวน้ำต่อกับอากาศ เราอาจทำการทดลองแสดงการหักเหของแสงให้เห็นได้ชัดดังต่อไปนี้

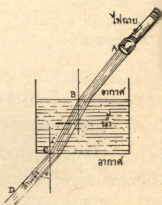
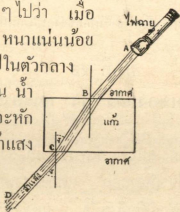
หาอ่างแก้วสี่เหลี่ยมมาใบหนึ่ง ใส่ใส่น้ำให้เกือบเต็ม หยดหมึกสีแดงลงไปให้น้ำจมน้ำสีแดงๆ เอาไฟฉายฉายแสงจากอากาศเข้าไปในน้ำ เพื่อให้เห็นลำแสงในอากาศได้ชัด ควรพ่นควันเข้าไปหน้าไฟฉาย เราจะมองเห็นลำแสงไฟฉายหักลงตรงที่ผิวน้ำสัมผัสกับอากาศได้ชัดเจนมาก ถ้าฉายแสงจากก้นอ่างทะลุน้ำขึ้นมา ลำแสงก็จะหักตรงที่ผิวน้ำของน้ำสัมผัสกับอากาศเช่นกัน มีสิ่งที่น่าสนใจอย่างหนึ่งคือ เมื่อแสงเดินจากอากาศไปยังน้ำนั้น ลำแสงหักหนีจากผิวน้ำ แต่เวลาแสงเดินจากน้ำไปยังอากาศ ลำแสงหักเข้าหาผิวน้ำ ถ้าเราใช้แท่งแก้วสี่เหลี่ยมแทนน้ำในอ่างแก้วบ้าง ก็จะได้ผลคล้ายคลึงกัน แต่เราอาจจะไม่เห็นลำแสงที่ผ่านแก้วชัด



รังสีของแสงที่พุ่งเข้าไป และอยู่ในตัวกลางที่หนึ่ง เขาเรียกว่า รังสีตกกระทบ รังสีของแสงในตัวกลางที่สอง เขาเรียกว่า รังสีหักเห และเส้นตั้งฉากกับผิวของตัวกลางทั้งสองตรง ที่แสงตกกระทบ กับผิวสัมผัสนั้นเขาเรียกว่า เส้นปกติ

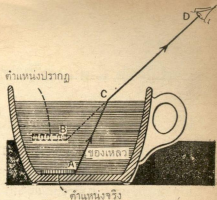
จากคำต่างๆ ที่ตั้งขึ้นนี้ เราอาจสรุปเกี่ยวกับ

การหักเหของแสงได้ทั่วๆ ไปว่า เมื่อแสงเดิน จากตัวกลางที่หนาแน่นน้อยกว่า เช่น อากาศเข้าไปในตัวกลางที่หนาแน่นมากกว่า เช่น น้ำ กรือแก้ว ลำแสงหักเหจะหักเข้าหาเส้นปกติ แต่ถ้าแสงเดินจากตัวกลางที่หนาแน่นมากกว่าไปยังตัวกลางที่โปร่งกว่า ลำแสงจะหักออกจากเส้นปกติ



เราอาจอธิบายเหตุผลว่า ทำไมเราจึงมองเห็นไม้ตรงๆ หักเมื่อจุ่มลงไปนั้น และน้ำปรากฏว่าตื้นกว่าความเป็นจริงได้ดังนี้

ปรากฏคล้าย ๆ กันว่าพุ่งมาจากจุด T ในน้ำ ดังนั้นเราจึงมองเห็นเป็นว่าแสงมาจาก T หรืออีกนัยหนึ่ง T ก็คือภาพของ S นั่นเอง ด้วยเหตุนี้จึงปรากฏว่าไม้หักตรงผิวน้ำ และปลายล่างของไม้ปรากฏว่าอยู่ตื้นกว่าที่เป็นจริง



การหักเหของแสงในของเหลว ทำให้วัตถุปรากฏว่าอยู่ตื้นกว่าความเป็นจริง

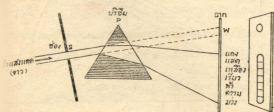
๒. ความลึกจริงและความลึกปรากฏ

เมื่อเรามองดูน้ำในสระ บางทีเราจะเห็นว่าน้ำตื้นเพียงแค่ว่า แต่พอก้าวลงไปถ้าเราไม่ระวังเราอาจจะหกล้มได้ เพราะความจริงน้ำจะลึกกว่าที่เราเห็น เมื่อเอาน้ำใส่ถ้วยแก้ว แล้ววางทับหยดนมที่มีบนกระดาษ เมื่อมองทะลุหน้าต่างหยดนมมีก้นจากเหนือผิวน้ำ เราจะเห็นว่าหยดนมมีกลอยสูงขึ้นและอยู่ใกล้กว่าแผ่นกระดาษที่อยู่โดยรอบ การที่ปรากฏเช่นนี้ก็เพราะการหักเหของแสงนั่นเอง เราอาจเปรียบเทียบความลึกจริงและความลึกปรากฏของน้ำได้ง่าย ๆ ดังนี้

ใส่สตางค์สิบอันหนึ่งลงไปในถ้วยแก้วซึ่งบรรจุน้ำ แล้วมองตรงลงไปไปด้วยแก้ว เาสตางค์สิบอันหนึ่งแต่ละข้างด้วยแก้ว แล้วค่อย ๆ เลื่อนสตางค์อันที่สองนี้ขึ้นมา จนกระทั่งแลเห็นว่าสตางค์สิบทั้งสองอันอยู่ลึกเท่ากัน แล้ววัดว่าน้ำลึกเท่าใด ก็จะได้ความลึกจริง ความลึกที่ปรากฏก็คือระยะระหว่างผิวน้ำของน้ำกับสตางค์สิบอันที่สอง สำหรับน้ำ ถ้าเอาระยะจริงหารด้วยระยะปรากฏ จะได้ค่าเท่ากับ $\frac{3}{4}$ เสมอ ไม่ว่าน้ำจะมากน้อยเท่าใด เช่น ถ้าน้ำลึกจริง 4 นิ้ว มันจะปรากฏว่าลึกเพียง 3 นิ้ว ถ้าหากว่าหาส่วนสัมพันธ์ระหว่างระยะทั้งสองนี้สำหรับอากาศและแก้ว เราก็จะได้ค่าประมาณ $\frac{3}{2}$ เสมอ อัตราส่วน เช่น $\frac{4}{3}$ สำหรับอากาศกับน้ำ และ $\frac{3}{2}$ สำหรับอากาศกับแก้วนี้มีความสำคัญมากในเรื่องการหักเหของแสง และเขาเรียกอัตราส่วนนี้ว่า ดรรชนีแห่งการหักเห (Refractive Index)

๓. สเปกตรัมและสีรุ้ง

เมื่อวางแก้วที่มีเหล็ลยมหรือเศษแก้วแตกในแสงแดด - บางทีเราจะมองเห็นแสงที่ลอคคว้นแก้วนั้นมีสีต่างๆ คล้ายกับสีรุ้งกินน้ำ และถ้าเราใช้เลนส์



ธรรมคา รับแสงแดด หรือส่องควัตถุต่าง ๆ บางทีเราก็จะเห็นหรือได้ภาพ ไม่ ชัด และเป็น สี ต่าง ๆ ด้วย

เซอร์ ไอแซก นิวตัน นักวิทยาศาสตร์ผู้เรื่องนามชาวอังกฤษได้พบอุปสรรคนี้เมื่อใช้กล้องโทรทรรศน์ส่องดูดาว เขาจึงเกิดความสนใจเกี่ยวกับเรื่องสีขึ้น และหันมาศึกษาเรื่องธรรมชาติของสีและได้จัดพิมพ์ขึ้นเผยแพร่ในปี ค.ศ. 1704 ใจความของการทดลองค้นคว้าของนิวตันมีสาระสำคัญต่อไปนี้

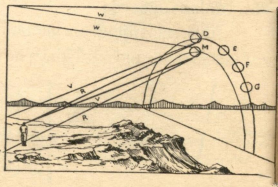
ถ้าเราลูเล็ๆข้างฝา หรือในหลังกาให้แสงลอดเข้าไปในห้องมืด แล้วเอาแผ่นกระดานขาวเป็นฉากรับลำแสง เราก็จะเห็นแสงเป็นวงกลมๆบนแผ่นกระดานนั้น นั่นคือ ดวงอาทิตย์นั่นเอง ที่ส่องเอาปริซึมแก้ว (แก้วสามเหลี่ยมรูปทรงแบนขวาน) ไปขวางทางเดินของลำแสง ก็จะปรากฏว่าบริเวณที่มืดแสงสว่างบนกระดานเลื่อนลงไปทางฐานของปริซึม และกลายเป็นวงรียาวตามแนวความสูงของปริซึม และยิ่งไปกว่านั้นแสงสว่างที่ปรากฏเป็นวงรีนี้มีหลายสีคือ แดง แสด เหลือง เขียว น้ำเงิน ครามและม่วง อยู่เรียงกันเป็นแถบ คล้ายสีในรุ้งกินน้ำ สีแดงจะปรากฏอยู่ข้างเดียวกับยอดของปริซึม และสีม่วงอยู่ทางฐาน แถบสีเช่นนี้เขาเรียกว่า สเปกตรัม ของแสงอาทิตย์ เขาอธิบายว่า สเปกตรัมที่ได้เป็นวงรีนั้นก็คือ ภาพวงกลมสีต่างๆของดวงอาทิตย์เรียงกันนั่นเอง

การที่แสงแดด สีขาวถูก แยกออก เป็นสีต่าง ๆ เหมือนสีของรุ้งกินน้ำเช่นนั้น ก็เนื่องจากว่า เมื่อผ่านจากอากาศเข้าไปในปริซึมแก้ว แสงจะหักเห และเมื่อออกจากแก้วมาสู่อากาศแสงก็จะหักเหอีก ในการหักเหแสงสีต่างๆ ซึ่งประกอบกันขึ้นเป็นแสงแดดก็ถูกแยกและกระจายออก

๔. รุ้ง

อาศัยหลักดังกล่าวมาแล้ว เราอาจอธิบายเหตุที่เกิดรุ้งหรือรุ้งกินน้ำได้ดังต่อไปนี้

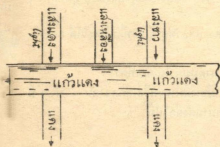
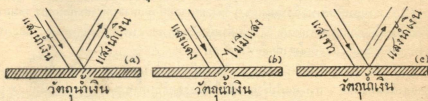
ตามปรกติมักเกิดรุ้งกินน้ำหลังฝนตกในตอนเช้าหรือตอนบ่าย และเราต้องหันหลังให้ดวงอาทิตย์เราจึงจะมองเห็น เราจะสามารถเห็นรุ้งได้ชัดมากถ้าอากาศยังมีเมฆหนา มีอยู่ทางด้านที่เรามองไป และมีแสงแดดลอดทะลุช่องว่าง ระหว่างก้อนเมฆได้เล็กน้อย รุ้งชนิดธรรมดาที่เห็นกันเสมอ ๆ นั้น มักมีสีแดง (R) อยู่ข้างบน และสีอื่นๆคือ แสด เหลือง เขียว น้ำเงิน คราม และม่วง (V) อยู่ล่างสุด



นานๆที่เราจะเห็นรังสีอีกอันหนึ่ง ซึ่งมีสีม่วงอยู่บนและสีแดงอยู่ล่าง สีเหล่านี้จะไม่ชัดเจนทุกสี เพราะข้อนี้เหลือเกินมาก

รังสีนี้มันเกิดขึ้นจากการแยกกระจายของแสงแดดโดยหยดน้ำฝน เมื่อรังสีขาวของแสงแดดพุ่งเข้าไปในหยดน้ำฝนจะหักเห แสงสีต่างๆของแสงแดดจึงถูกแยกกระจายออกจากกัน และเมื่อถูกสะท้อนกลับและหักเหกลับเข้ามาในอากาศอีก ก็จะหักเหและกระจายมาอีก รังสีผ่านเม็ดฝนบางเม็ดจะพุ่งเข้าตาของเรา รังสีใดเข้าตาเราเราก็จะมองเห็นสีนั้น เม็ดฝนเหล่านี้จะอยู่บนส่วนโค้งของวงกลมซึ่งเป็นฐานของกรวย และตาของเรามองไปจากยอดกรวย

๕. การมองเห็นสีของวัตถุอันแสงและโปร่งแสง



ถ้าเรานำเอาวัตถุสีต่างๆ มาวางในสีต่างๆ ของสเปกตรัมของแสงอาทิตย์ เราก็จะเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของสีต่างๆ ของวัตถุดีขึ้นเป็นต้นว่า ถ้าเรานำเอาวัตถุสีแดงวางในสเปกตรัมสีแดง เราจะมองเห็นว่ามันมีสีแดง อย่างเดียวกับเมื่อวางในแสงขาว แต่ถ้าวางในสีอื่น

ของสเปกตรัม วัตถุนั้นจะปรากฏว่ามีสีดำ วัตถุสีเหลืองก็ปรากฏว่าเหลืองในแสงขาวหรือในส่วนสีเหลืองของสเปกตรัม แต่ปรากฏว่าดำในแสงสีอื่น ๆ วัตถุอื่นๆ ก็จะมีสมบัติในทำนองนี้ ดังนั้นเราจึงกล่าวได้ว่า

“วัตถุอันแสงที่มีสีใด จะสะท้อนแต่เพียงแสงสีนั้นและจะดูดสีอื่นๆ ทั้งหมด” เราอาจกล่าวได้อีกอันหนึ่งว่า การที่เราจะมองเห็นวัตถุเป็นสีอะไรได้นั้นย่อมแล้วแต่เหตุผลสองประการคือ (1) สีของวัตถุนั้น (2) แสงที่ส่องไปยังวัตถุมีสีอย่างเดียวกับวัตถุหรือไม่ ถ้าแสงมีสีเดียวกับวัตถุเราจึงจะมองเห็นสีของวัตถุ ถ้าไม่มีแสงสีเดียวกับวัตถุอยู่เลย เราจะมองเห็นวัตถุมีสีดำ

เราอาจทดลองเกี่ยวกับสีของวัตถุโปร่งแสง เช่น แผ่นแก้วได้ในทำนองเดียวกันและจะได้ผลปรากฏว่า แผ่นแก้วสีแดงจะปล่อยให้แสงสีแดงผ่านทะลุไปและดูดแสงสีอื่นทั้งหมด และถ้าแผ่นแก้วสีแดงต้องดูแสงสีอื่น เช่น สีน้ำเงิน เราจะมองเห็นมีดมืดไปหมด นั่นคือไม่มีแสงทะลุมา ดังนั้นเราจึงสรุปได้ว่า

“วัตถุโปร่งแสงมีสีหนึ่งๆ จะยอมให้แสงสีเดียวกันมันทะลุไปได้เท่านั้น และจะดูดแสงสีอื่นทั้งหมด”

๖. การเห็น (Vision)

เกี่ยวกับการเห็นวัตถุหรือสิ่งของต่าง ๆ ได้กล่าวไว้แล้วหลายตอน เราอาจสรุปและเพิ่มเติมได้อีกดังต่อไปนี้

(1) เรามองเห็นวัตถุหนึ่งๆ ได้ เพราะแสงจากวัตถุนั้นมาเข้าตาเรา แสงอาจมาโดยตรงจากวัตถุ ในกรณีโชติเทหวัตถุ หรือโดยการสะท้อน ในกรณีโชติเทหวัตถุก็ได้

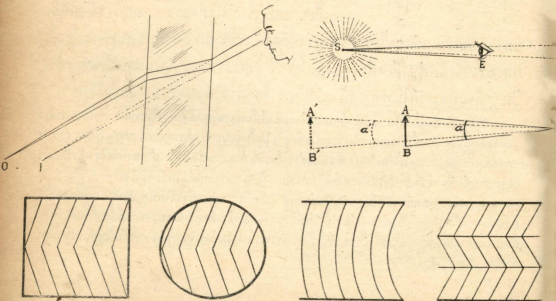
(2) เรามองเห็นภาพของวัตถุหนึ่งๆ ได้โดยการสะท้อนแสงจากผิวสะท้อนแสง เช่นกระจกหรือการหักเห ผ่านตัวกลางหลายชนิด เช่นผ่านน้ำกับอากาศ หรือแก้วกับอากาศ และภาพจะปรากฏว่าอยู่ตรงที่ซึ่งแสงส่วนที่เข้าตาต่อย้อนไปตัดกัน

(3) วัตถุอับแสงซึ่งมีสีใด จะปรากฏให้เราเห็นว่ามีสีนั้น เพราะมันสะท้อนสีของมันเอง แต่จะดูดแสงสีอื่นทั้งหมด ส่วนวัตถุโปร่งแสงซึ่งมีสีใดจะดูดสีอื่นทั้งหมด และปล่อยให้แสงของมันทะลุมาให้เราเห็น แต่กระจกสีเหลืองจะยอมให้สีแดงผ่านไปยัง แสงที่ทะลุไปจึงปรากฏมีสีคล้ายเล็กน้อย

(4) เราจะมองเห็นวัตถุสว่างมาก เมื่อวัตถุอยู่ใกล้ตา และวัตถุนั้นสะท้อนแสงได้ดี (อโชติเทหวัตถุ) หรือมีกำลังส่องสว่างมาก (โชติเทหวัตถุ)

(5) เราจะมองเห็นวัตถุว่าใหญ่หรือเล็ก แล้วแต่ขนาดมุมที่วัตถุวางที่ตา

(6) ภาพหรือวัตถุที่เรามองเห็นอาจลงดวงตาเราได้ มีขนาดใหญ่หรือเล็กกว่ากัน ทั้งๆ ที่มีขนาดเท่าๆ กัน และอยู่ห่างจากตาเราเท่ากัน ดังภาพเส้นขนานดังต่อไปนี้



แบบฝึกหัดบทที่ 23

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

ก. แสงหักเหเมื่อผ่านจากตัวกลางโปร่งแสงหนึ่งเข้าไปในตัวกลางโปร่งแสงอีกชนิดหนึ่ง เส้นตั้งฉากกับผิวระหว่างตัวกลางสองชนิดเรียกว่า เส้น.....รังสีที่อยู่ในตัวกลางที่หนึ่งเรียกว่า.....และรังสีที่ผ่านเข้าไปในตัวกลางที่สองเรียกว่า.....

ข. ความลึกปรากฏในน้ำหาด้วยความลึกจริง (ในอากาศ) =และความหนาปรากฏของแก้วหาด้วยความหนาจริง (ในอากาศ) =

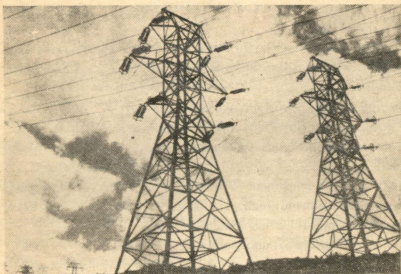
ค. แสงแดดเมื่อผ่านปริซึมแก้วจะหักเหและ.....ออกเป็นสีต่างๆ กลายเป็นรุ้งกินน้ำคือสี.....และแถบสีนี้เรียกว่า.....

ง. เรามักจะมองเห็นรุ้งหลังฝนตก ถ้าเราหันหลังให้.....และรุ้งเกิดขึ้นได้เพราะแสงแดดเข้าไปในหยดน้ำฝนแล้ว.....และ.....

2. เราเห็นกระป๋องทาสีเหลืองในแสงแดดมีสีเหลืองเพราะอะไร

3. เมื่อเรามองทะลุแผ่นแก้วสีเขียวในแสงแดดเห็นสีเขียวเพราะอะไร





สายไฟฟ้ากำลังสูงสำหรับจ่ายไปตามโรงงานและเมืองต่างๆ

หน่วยที่ 8

ไฟฟ้า

เรามีชีวิตอยู่ในยุคไฟฟ้า ไฟฟ้าทำประโยชน์และอำนวยความสะดวกสบายให้แก่เราทั้งโดยตรงและโดยทางอ้อม ไฟฟ้าช่วยให้เราบันทึกวิทยุและรับวิทยุโทรทัศน์ได้ รถยนต์เล่นได้อีกก็เพราะประกายไฟที่ระเบิดไอน้ำมันผสมกับอากาศ ในชนบทอย่างน้อยเราก็ใช้ไฟหลายส่องทางในเวลาค่ำกั้น ใช้ไฟฟ้าให้แสงสว่างและฉายหนังในเวลาเย็นงาน โดยทั่วไปเราใช้ไฟฟ้าให้แสงสว่าง ให้ความร้อน และหมุนเครื่องชนิดไฟฟ้าทำงานต่างๆ ให้แก่เรา เช่น หมุนพัดลม เติมนรราง และผลิตเครื่องใช้ต่างๆ กระบอกไฟฉายก็อาศัยไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยโครเมี่ยมเพื่อให้เป็นเงาวาวสวยงามและไม่ขึ้นสนิมง่าย เราได้ประโยชน์จากไฟฟ้ามากมายหลายประการ เพราะไฟฟ้าเป็นพลังงานซึ่งอาจแปรรูปเป็นพลังงาน ความร้อน แสงสว่าง เคมี พลังงานกลและพลังงานชนิดอื่นได้ง่าย และเราสามารถควบคุมส่งพลังงานไฟฟ้าจากแห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่งได้สะดวกและได้ไกลๆ

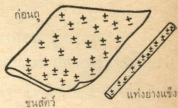
ในหน่วยนี้เราจะได้เรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของไฟฟ้า แหล่งกำเนิดของไฟฟ้า ตลอดจนกฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้าและผลของไฟฟ้ากระแส เพื่อช่วยให้เราสามารถเข้าใจ รู้จักควบคุมและใช้ประโยชน์จากไฟฟ้าในด้านต่างๆ

ธรรมชาติของไฟฟ้า

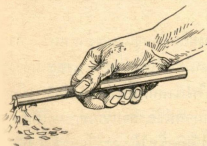
ก่อนที่จะกล่าวถึงกระแสไฟฟ้า จะได้กล่าวถึงไฟฟ้าสถิตเล็กน้อย เพื่อทบทวนที่ได้เคยเรียนมาในปีที่แล้ว

๑. ไฟฟ้าจากการขัดสี—ไฟฟ้าสถิต

เมื่อประมาณ 2500 ปีมาแล้ว นักปราชญ์กรีกชื่อ ทาลีส (Thales) ได้ค้นพบว่าเมื่อเอาอำพัน (ยางไม้ที่แข็งกลายเป็นหิน ภาษากรีกเรียกว่า Electric) ถูกับขนสัตว์ อำพันจะดูดของเบาๆ เช่น เส้นผมและหญ้าได้ ต่อมาอีกประมาณ 2000 ปี นายแพทย์อังกฤษ ชื่อ กิลเบิร์ต (Gilbert) ได้ทดลองเอาสิ่งอื่น เช่น แก้วและครั่งถูกับเพรหรือขนสัตว์ก็ปรากฏว่าได้ผลเช่นเดียวกัน เขาจึงสรุปว่า “เมื่อเอาวัตถุสองสิ่งขัดสีกันจะเกิดไฟฟ้าขึ้น” ประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นแล้วหนีไปไหนไม่ได้ ยังคงอยู่นิ่งบนวัตถุและทำให้วัตถุมีสถานะไฟฟ้า เขาเรียกว่า ไฟฟ้าสถิต วัตถุที่ใช้ขัดสีและไม่ยอมให้ไฟฟ้าไหลผ่านหนีไปได้ เขาเรียกว่า ฉนวน ส่วนวัตถุซึ่งยอมให้ไฟฟ้าไหลผ่านไปสู่มือแล้วหนีไปได้ เขาเรียก



การทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตบนฉนวน

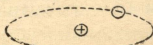


ว่า ตัวนำ ดังนั้นถ้าจะใช้ตัวนำขัดสีกับฉนวน ต้องใช้ตัวนำที่มีด้ามจับเป็นฉนวน จึงจะได้ไฟฟ้าสถิตบนตัวนำ ต่อมานักวิทยาศาสตร์ได้แสดงว่า ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นมีสองชนิด เรียกว่า ประจุไฟฟ้าบวก และ ประจุไฟฟ้าลบ และสร้าง กฎการผลักรูด ระหว่างประจุไฟฟ้าขึ้นว่า วัตถุสองอันซึ่งมีไฟฟ้าต่างชนิดกันจะดูดกัน แต่วัตถุสองอันซึ่งมีไฟฟ้าชนิดเดียวกันจะผลักรูด ในปี ค.ศ. 1752 เบนจามิน แฟรงกลิน ได้ใช้ว่าในการทดลองแสดงว่ามีไฟฟ้าสถิตบนเมฆ และอาจนำมาเก็บไว้ในคอนเดนเซอร์

ให้เกิดประกายไฟฟ้าและให้เกิดผลอื่นๆ ได้ เช่นเดียวกับประจุไฟฟ้าที่สร้างขึ้นโดยการขัดสีวัตถุ กลินได้ชี้ให้เห็นต่อไปว่า ฟอสเฟต ฟอสฟอรัส และฟอสฟอรัสเกิดขึ้นในทางนองเดียวกับประกายไฟฟ้าขึ้นในห้องทดลอง นอกจากนั้นยังได้คิดวิธีป้องกันฟ้าผ่าอาคาร ดังที่เคยเรียนมาแล้ว

อิเล็กตรอน

รัทเธอร์ฟอร์ดและนีลสโบร์ ได้ว่าคาภาพของอะตอมไว้ว่า อะตอมของสารทุกชนิดประกอบขึ้นด้วย 2 ส่วนคือ นิวเคลียส (Nucleus) อยู่ใจกลางและอิเล็กตรอน (Electron) ซึ่งเป็นบริวารหมุนอยู่รอบ นิวเคลียส



อะตอมไฮโดรเจน



อะตอมฮีเลียม

มีประจุไฟฟ้าบวกเท่ากับประจุไฟฟ้าลบของอิเล็กตรอนทั้งหมด ในกรณีอะตอมไฮโดรเจนธรรมดา นิวเคลียสมีโปรตอนตัวเดียวและมีอิเล็กตรอนเพียงตัวเดียว หมุนอยู่รอบ อิเล็กตรอนหนักประมาณ $\frac{1}{1800}$ เท่าของโปรตอนและประจุไฟฟ้าของโปรตอนหนึ่งตัวกับของอิเล็กตรอนหนึ่งตัวมีค่าเท่ากัน แต่เป็นคนละชนิด นิวเคลียสของอะตอมของธาตุอื่นๆ มีโปรตอนกับนิวตรอนหลายตัวรวมกันอยู่ นิวเคลียสของอะตอมมีจำนวนโปรตอนเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนเสมอ เช่น ในอะตอมของธาตุเฮเลียม นิวเคลียสประกอบด้วยโปรตอน 2 ตัวกับนิวตรอน 2 ตัว และมีอิเล็กตรอน 2 ตัวเป็นบริวารหมุนไปรอบ ๆ

เนื่องจาก อิเล็กตรอน เบา และหมุน รอบ นิวเคลียส เสมือน เปลือก หุ้มของอะตอมนี้เอง เมื่อเอาวัตถุมาขัดสีกัน อิเล็กตรอนจึงหลุดออกจากวัตถุหนึ่งไปอยู่บนอีกวัตถุหนึ่งได้ง่าย และเกิดไฟฟ้าสถิตขึ้น และเมื่อมีแรงดันไฟฟ้าดันบนตัวนำ อิเล็กตรอนก็จะไหลไปตามตัวนำทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น

๓. พลังงานของไฟฟ้ากระแสและไฟฟ้าสถิต

ไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นจากการขัดสีหรือจากเหตุอื่นซึ่งอยู่เนืองนิตย์นั้น ทำงานไม่ได้ แต่ก็มีพลังงานซึ่งอาจจะทำงานได้ เสมือนกับน้ำที่ถูกขังนิ่งอยู่ในอ่างบนที่สูงมีพลังงานศักย์ ดังนั้นเขาจึงกล่าวว่า ไฟฟ้าสถิตมีพลังงานศักย์ เมื่อน้ำตกหรือไหลลงสู่ที่ต่ำ กระแสน้ำจะมีพลังงานจลน์และสามารถทำงานให้เกิดขึ้นได้ ไฟฟ้าซึ่งกำลังเคลื่อนที่นั้นสามารถทำงานให้เกิดขึ้นได้ เขาเรียกว่า ไฟฟ้ากระแส และมีพลังงานจลน์เช่นเดียวกับกระแสน้ำหรือน้ำตก

๔. ธรรมชาติของไฟฟ้า—ไฟฟ้าคือพลังงาน

ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปหนึ่งซึ่งสามารถทำงานได้ กล่าวคือเมื่ออิเล็กตรอนไหลเป็นกระแสไฟฟ้า มันจะทำงานให้แก่เรา

มนุษย์เราเริ่มสามารถควบคุมและนำเอาพลังงานไฟฟ้ามาใช้ประโยชน์เมื่อประมาณ 100 ปีเศษมานี้เอง และในปัจจุบันเราได้รับประโยชน์จากไฟฟ้าอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เพราะพลังงานไฟฟ้าแปรรูปเป็นพลังงานรูปอื่นได้ง่าย และ

เราสามารถส่งพลังงานไฟฟ้าไปไกลๆ ได้ สะดวกกว่าพลังงานชนิดอื่น ๆ มาก และในขณะเดียวกันมนุษย์เราก็กยังสามารถแปลงพลังงานรูปอื่น เช่นพลังงานเคมีจากเชื้อเพลิง และปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารต่างๆ พลังงานจากน้ำตกหรือกระแสน้ำ และพลังงานแสงสว่างและความร้อน ตลอดจนพลังงานนิวเคลียร์ ให้กลายเป็นพลังงานไฟฟ้าได้อีกด้วย เราวัดพลังงานไฟฟ้าได้เช่นพลังงานชนิดอื่น ๆ โดยวัดงานที่มันทำให้แก่เรา เมื่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เช่น เครื่องไดนาโมตามโรงไฟฟ้าส่งกระแสไฟฟ้าตามลวดมาสู่บ้านเรา กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่าน “มิเตอร์” มิเตอร์จะวัดพลังงานไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง ความร้อน และหมุนเครื่องยนต์ไฟฟ้าของพัดลมและตู้เย็น และเราจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าตามปริมาณของงานที่เราใช้ไป

๕. ผลเนื่องจากกระแสไฟฟ้า

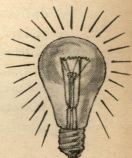
ไฟฟ้าที่เราใช้ประโยชน์โดยทั่วไปนั้นเป็นไฟฟ้ากระแส เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลไปตามตัวนำ กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดผลที่สำคัญในตัวนำหรือรอบ ๆ ตัวนำสามประการด้วยกัน คือ

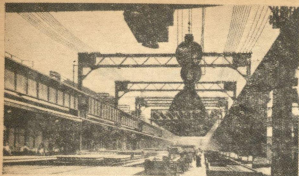
- (1) ความร้อนและแสงสว่าง
- (2) อำนาจแม่เหล็ก
- (3) การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

นอกจากนี้กระแสไฟฟ้าเมื่อถูกตัวเราอาจทำให้ประสาทกระตุก ชา หรือถึงตาย และทำให้อินทรียสารเปลี่ยนแปลงสมบัติทางค่านชีววิทยาได้อีกด้วย

(1) กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดผลทางความร้อนและแสงสว่าง เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลไปตามตัวนำ เช่น ลวด ลวดจะร้อนขึ้นๆ ในที่สุดถ้าร้อนจัด ลวดนั้นจะส่องแสงสว่างออกมาด้วย เตาหุงต้มไฟฟ้า หม้อต้มน้ำไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนอื่นๆ มีลวดอยู่ภายใน สำหรับให้กระแสไฟฟ้าผ่านและร้อนจนแดง หลอดไฟฟ้าธรรมดาที่มีไส้เป็นโลหะขนาดเล็ก เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านจะร้อนจัดและส่องแสงออกมา หลอดเรืองแสงไม่มีไส้เป็นโลหะแต่มีก๊าซหรือไอปรอทบรรจุอยู่เล็กน้อย และมีความกดดันต่ำมากพอที่จะให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้สะดวกจนเกิดความร้อนและแสงสว่าง ฟิวส์และฟิวส์เกิดขึ้นได้ก็เพราะไฟฟ้าในเมฆมีแรงดันไฟฟ้าสูงจึงสามารถไหลผ่านอากาศได้และเกิดความร้อนและแสงสว่างขึ้น

หลอดไฟฟ้า





แม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับยกของใหญ่ๆ ที่ทำด้วยเหล็กในโรงงาน

แม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้าทำแม่เหล็กดังที่เคยเรียนมาแล้วในชั้น ม.ศ.1 กระแสไฟฟ้าจากฟ้าผ่าบางครั้งทำให้ไม้ตุงหรือเครื่องใช้ที่ทำด้วย เหล็กซึ่งอยู่ในบริเวณใกล้ๆ กลายเป็นแม่เหล็กได้เหมือนกัน เราใช้อำนาจแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าในด้านต่างๆ เช่น กระดิ่งไฟฟ้า โทรเลข และเครื่องชนิดไฟฟ้า

(3) กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดผลทางเคมี เมื่อกระแสไฟฟ้าทำตรงไหลผ่านตัวนำซึ่งเป็นสารละลายของบางชนิด เช่น น้ำด่าง น้ำกรด หรือน้ำเกลือ สารละลายเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีได้ เป็นต้นว่า เมื่อกระแสไฟฟ้าตรงไหลผ่านน้ำซึ่งเจือกรดกำมะถัน น้ำจะสลาย แยกตัวออกเป็นก๊าซไฮโดรเจนและออกซิเจน เราใช้ผลทางเคมี เนื่องจากกระแสไฟฟ้าสำหรับแยกธาตุ ซุปโลหะและอื่นๆ อีกหลาย ประการ

จะได้อธิบายเกี่ยวกับผลเนื่องจากการแสไฟฟ้าอีกในบทต่อไป

สิ่งที่ควรทำ

จงรวบรวมภาพและเรื่องความก้าวหน้าต่างๆ เกี่ยวกับเรื่องไฟฟ้า จากหนังสือพิมพ์ วารสาร และวิทยุ

แบบฝึกหัดบทที่ 24

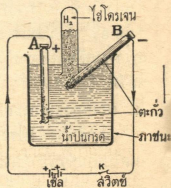
1. จงคิดว่าคำตอบที่ผิด

- นักปราชญ์ชาตีกรีกที่มีชื่อเสียงเกี่ยวกับการค้นพบไฟฟ้าสถิตคือ อาร์คิมิดีส ทาสัส กิลเบิร์ต โอนสไตน์
- สิ่งที่ไม่ยอมให้ไฟฟ้าไหลผ่านได้เรียกว่า โลหะ ตัวนำ ไดนาโม ฉนวน น้ำเกลือ กำมะถัน
- อนุภาคเล็กๆ ที่มีประจุไฟฟ้าลบคือ นิวตรอน อะตอม อิเล็กตรอน โปรตอน โมเลกุล

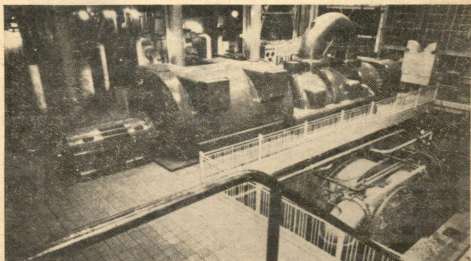
2. จงเติมคำลงในช่องว่าง

- ไฟฟ้าสถิตคือไฟฟ้าที่.....บนวัตถุและไฟฟ้าในก้อนเมฆ คือ ไฟฟ้า.....ซึ่งมีพลังงาน.....
- ไฟฟ้ากระแสเมื่อไหลผ่านลวดจะทำให้เกิดผลสำคัญสองประการ คือ.....และ.....

(2) กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดผลทางอำนาจแม่เหล็ก เมื่อกระแสไฟฟ้าไหล จะมีอำนาจแม่เหล็กเกิดขึ้นรอบๆ ทางที่กระแสไหลผ่านไปเสมอ เช่น ถ้ากระแสไฟฟ้าไหลไปตามเส้นลวด รอบๆ เส้นลวดจะมีอำนาจแม่เหล็ก ซึ่งถ้าวงเส้นลวดไว้เหนือเข็มทิศ จะทำให้เข็มทิศเหินจากทิศทางเดิมได้ เราใช้อำนาจ



- ก. กระแสไฟฟ้าเมื่อไหลผ่านน้ำเชื้อกรดกำมะถัน จะเกิดผลทาง.....ขึ้น และ
จะเกิดก๊าซ.....และ.....
- ง. ไฟฟ้าเป็น.....ชนิดหนึ่งซึ่งอาจแปรเป็น.....ชนิดอื่น เช่น.....
และ.....ได้
- จ. อะตอมประกอบด้วยส่วนสำคัญสองส่วน คือ.....และ.....และประจุ
ไฟฟ้าของสองส่วนนี้ค่า.....กัน
- ฉ.เป็นผู้พิสูจน์ เมื่อ ค.ศ.ว่า ไฟฟ้าบนก้อนเมฆมีลักษณะ
เช่นเดียวกับ ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นโดยการขัดสี
- ช. เมื่อไฟฟ้าไหลผ่านอากาศจากก้อนเมฆหนึ่งไปยังอีกก้อนเมฆหนึ่ง จะเกิด.....
และ.....ขึ้น เพราะกระแสไฟฟ้าทำให้อากาศ.....
- ญ. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เราเห็นและใช้อยู่เสมอ 3 อย่าง คือ.....และ.....



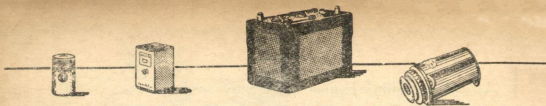
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าในโรงไฟฟ้า ใช้เครื่องเทอร์ไบน์ไอน้ำหมุน

บทที่ 25

แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสและการนำไฟฟ้ากระแสมาใช้

๑. แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแส—ไดนาโมและเซลล์ไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าที่เรานำมาใช้ให้ความร้อน แสงสว่าง และหมุนเครื่องยนต์
ไฟฟ้าในพัดลมและตู้เย็นตามบ้านนั้น ปรกติส่งมาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด



แหล่งพลังงานและแรงเคลื่อนไฟฟ้า
เซลล์ แบตเตอรี่ และไดนาโม

ใหญ่ๆ หรือไดนาโม (Dynamo) ในโรงไฟฟ้า กระแสไฟฟ้านี้ถูกดันให้ไหลไปตามลวดทองแดงโดยแรงดันไฟฟ้า ซึ่งเกิดจากการหมุนของขดลวดในสนามแม่เหล็ก ดังจะได้เรียนในชั้นสูงขึ้นไป

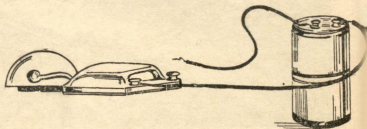
กระแสไฟฟ้าที่เราใช้เล็กๆ น้อยๆ เช่นสำหรับไฟฉายเพื่อให้แสงสว่างและสำหรับวิทยุบางชนิด หรือแม้แต่สำหรับโทรศัพท์และโทรเลขนั้น เราได้จากเซลล์ไฟฟ้า (Electric cell) ซึ่งบางชนิดเราเรียกกันง่ายๆ ว่า ถ่านไฟฉาย หรือ แบตเตอรี่ไฟฟ้า (Battery แปลว่า เซลล์ไฟฟ้าหลายอันต่อรวมกันอยู่) ในรถยนต์ก็มีแบตเตอรี่ไฟฟ้าสำหรับติดเครื่องและให้แสงสว่าง

๒. กระแสไฟฟ้าจากถ่านไฟฉาย วงจรไฟฟ้า วงจรเปิดและวงจรปิด

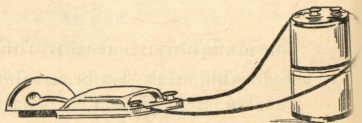
ต่อไปนี้จะแสดงให้เห็นว่า ในการนำไฟฟ้ากระแสจากแหล่งกำเนิด เช่น ถ่านไฟฉาย มาใช้ประโยชน์นั้น จะต้องต่อตัวนำเข้าเป็นวงให้บรรจบรอบกระแสไฟฟ้าจึงจะไหล

(1) การต่อกระดิ่ง

ไฟฟ้าหรือหลอดไฟฟ้าเข้ากับถ่านไฟฉาย ลวดที่ใช้ต่อไฟฟ้าซึ่งมักเรียกกันว่า สายไฟฟ้านั้น เป็นลวดทองแดงหุ้มด้วยยาง แพร หรือฉนวนอย่างอื่นสำหรับป้องกันไม่ให้ไฟฟ้ารั่วออกมาถูกคนหรือทำให้เกิดความเสียหาย ก่อนต่อสายไฟฟ้า เราใช้มีดขูดปลายสายไฟ สองปลายเอาฉนวนที่หุ้มออก งามปลายลวด แล้วเอาปลายหนึ่งของทั้งสองเส้นต่อเข้ากับปุ่ม กระดิ่ง ไฟฟ้า และขันสกรูให้แน่น และเอา



วงจรเปิด—กระดิ่งไม่ดัง



วงจรปิดกระดิ่งดัง

ปลายที่เหลือของเส้นที่หนึ่งและปุ่มทองเหลืองของถ่านไฟฉาย และของเส้นที่สองและสั๊กซี่ที่กันของถ่านไฟฉาย เราจะได้อินเสียงกระดิ่งดังก๊วๆ (ถ่านไฟบางชนิด มีปุ่มสำหรับต่อลวดสองปุ่ม) แทนที่จะใช้กระดิ่งไฟฟ้า ถ้าเราต่อเข้ากับหลอดไฟฉาย เราก็จะเห็นแสงไฟสว่าง

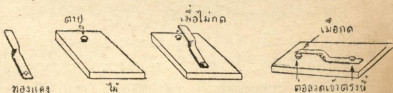
ทางเดินของกระแสไฟฟ้าซึ่งเป็นวงรอบ ผ่านสายลวดเส้นแรก กระดิ่งหรือหลอดไฟฟ้า สายลวดเส้นที่สอง ถ่านไฟฉายและวนไปครบรอบถึงสายลวดเส้นแรกอีก เช่นนี้เขาเรียกว่า วงจรไฟฟ้า

การทดลองดังกล่าวนี้ แสดงว่า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกระดิ่งและหลอดไฟ กระดิ่งจะดังและหลอดไฟจะสว่าง ถ้าเราดึงสายลวดออกจากปุ่มหนึ่งปุ่มใดหรือตัดลวดระหว่างปุ่มเหล่านั้นแม้แต่แห่งเดียว กระดิ่งก็จะไม่ดังและหลอดไฟก็จะไม่สว่าง แสดงว่าไฟฟ้าไม่ไหล วงจรไฟฟ้าที่ต่อไม่ครบรอบหรือขาดเช่นนี้ เขาเรียกว่า วงจรขาดหรือเปิด วงจรที่มีไฟฟ้าไหลเขาเรียกว่า วงจรปิด

ในการต่อวงจรกระดิ่ง หลอดไฟฟ้าหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไปเขาต้องต่อ ปุ่มกด หรือสวิตช์ เข้าไว้กับสายลวดเส้นใดเส้นหนึ่งในวงจรเสมอ เพื่อให้ปิดเปิดวงจรไฟฟ้าได้สะดวกเมื่อต้องการ สวิตช์นั้นมีหลายแบบ รูปร่างต่างๆ กัน แต่มีหลักการเหมือนกันหมด คือเมื่อขยับปุ่มลง วงจรจะขาดตรงสวิตช์ เมื่อกดปุ่มลง ปลายลวดในสวิตช์จะต่อกัน วงจรจึงเป็นวงจรครบรอบให้ไฟฟ้าไหลได้

(2) การทำสวิตช์สำหรับวงจรไฟฟ้า เราอาจทำสวิตช์เล่นได้ง่ายๆ ดังนี้ หาไม้มาแผ่นหนึ่ง กว้างยาวประมาณ 3—4 นิ้ว ตะปูเล็กๆ สัก 2 ตัว และทองเหลืองหรือสั๊กซี่สะอาดมาตัดเป็นชิ้น

แคบๆ ยาวสัก 2—6 นิ้ว เอาตะปูตอกปลายข้างหนึ่งของทองเหลืองเข้ากับไม้ ให้เกือบมิด เหลือปลายไว้บ้างสำหรับ ต่อ สาย ลวดจ่อแผ่นทองเหลืองขึ้นเพื่อ



ไม่ให้อีกปลายติดแผ่นกระดาน ได้ปลายหนึ่งของแผ่นทองเหลืองตอกตะปูอีกตัวหนึ่ง ให้หัวตะปูห่างจากแผ่นทองเหลืองเล็กน้อย ใช้ตะปูทั้งสองเป็นปุ่มสำหรับต่อลวด เมื่อต่อสวิตช์ขึ้นเข้ากับวงจรแล้ว และกดแผ่นทองเหลืองลงไปตะหวัดปุ่มเมื่อใด วงจรจะปิด กระแสไฟฟ้าไหลได้ กระดิ่งก็จะดังและหลอดไฟก็จะสว่าง

๓. เซลล์อย่างง่ายหรือเซลล์แบบวอลตา (Simple or Voltaic Cell)

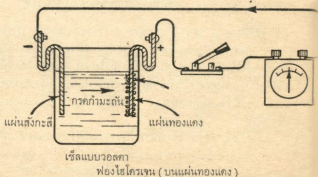
(1) ส่วนประกอบของเซลล์อย่างง่าย ถ้าเราเอาแผ่นทองแดงหนึ่งแผ่น และแผ่นสังกะสีหนึ่งแผ่น จุ่มลงไปในการค้ำมะดันอย่างเจือจางบรรจุอยู่ในถ้วย



วอลตา

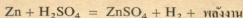
แก้ว แล้วเอาสายลวดต่อแผ่นโลหะทั้งสอง เข้ากับหลอดไฟฉายๆ จะสว่าง แสดงว่ามี กระแสไฟฟ้าผ่าน เราเรียกสิ่งที่ประกอบ ด้วยแผ่นทองแดง สังกะสีและน้ำปกรด กำมะถันนี้ว่า เซลล์ (ไฟฟ้า) อย่างง่าย เซลล์ แบบนี้ วอลตาแห่งปาเวีย ประเทศอิตาลี เป็นผู้ประดิษฐ์ขึ้น และเปิดเผยให้โลกทราบ เมื่อวันที่ 20 มีนาคม ค.ศ. 1800 ดังนั้นบาง- คนจึงยังเรียกเซลล์ชนิดนี้ติดปากกันว่าเซลล์วอล- ตาอีก หรือเซลล์แบบวอลตาอยู่จนทุกวันนี้

(2) กิริยาของเซลล์อย่าง ง่าย เราอาจอธิบายการเกิด กระแสไฟฟ้าในเซลล์ได้ง่ายๆ โดยถือว่า บน แผ่นทองแดง และสังกะสี (ซึ่งเขาใช้ชื่อรวม ว่า อิเล็กโตรด) นั้นต่างก็มี อิเล็กตรอนอิสระอยู่ เมื่อต่อกันเข้า อิเล็กตรอนไหลผ่าน



ลวดจากสังกะสีไปยังทองแดง แล้วไหลผ่านน้ำกรด (ซึ่งเขาให้ชื่อย่อกลางๆ ว่า อิเล็กโตรไลต์) ไปยังสังกะสี เป็นครบรอบวงจรทางเดินของอิเล็กตรอน แต่ ตามความนิยมเราถือกันว่า กระแสไฟฟ้า (หมายถึงการไหลของตัวไฟฟ้าบวก ซึ่งบัดนี้เราทราบแล้วว่าไม่ใช่) ไหลจากขั้วแผ่นทองแดงผ่านลวดไปยังขั้วแผ่น-สังกะสี และเรียกขั้วสำหรับต่อจากแผ่นทองแดงว่าขั้ว + และขั้วทางแผ่น-สังกะสีว่าขั้ว -

เหตุที่ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลได้นี้ นักวิทยาศาสตร์อธิบายว่าเนื่องจากพลังงานเคมี เมื่อ เกิดกระแสไฟฟ้าไหลอยู่นั้น แผ่นสังกะสี (Zn) สึกกร่อนลงไป เพราะสังกะสีทำปฏิกิริยาเคมีกับ กรดกำมะถันหรือซัลฟริก (H_2SO_4) เกิดสังกะสีซัลเฟต ($ZnSO_4$) ไฮโดรเจน (H_2) และ พลังงานไฟฟ้าตามสมการเคมีดังนี้



พลังงานเคมีที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีนี้แปลงสภาพเป็นพลังงานไฟฟ้าและทำให้เกิด แรงดัน ซึ่งเราเรียกว่า **แรงเคลื่อนไฟฟ้า** ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ให้ไหลรอบวงจร เราจะวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์อย่างง่ายได้โดยเอาเครื่องวัดซึ่งเรียกว่า **วอลต์มิเตอร์**มาต่อ คือต่อขั้ว + ของเครื่องเข้ากับขั้ว + ของเซลล์ (ทองแดง) และขั้ว - ของเครื่องเข้ากับขั้ว - ของเซลล์ (สังกะสี) เมื่อต่อแล้วสมมุติว่า เข็มชี้เลข 1 แสดงว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์อย่างง่ายนี้เท่ากับ 1 วอลต์ (วอลต์คือหน่วยของความดันไฟฟ้า) ไม่ว่าเราจะเปลี่ยนแผ่นอิเล็กโทรดทั้งสองนี้ให้ใดขึ้นหรือเล็กลงสักเท่าใดก็ตาม ค่าของแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ชนิดหนึ่งๆ จะคงเท่าเดิมเสมอ

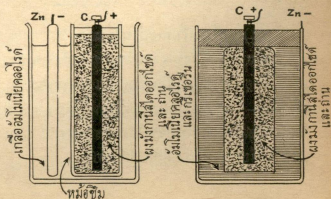
(3) การเกิดการโปละไรส์และเซลล์ปฐมภูมิ เซลล์อย่างง่ายไม่ค่อยมีประโยชน์อะไรมากนัก เพราะหลังจากใช้ไปสักสองสามนาที่ กระแสไฟฟ้าจะหยุดไหลหรือเหลือน้อยลงจนหมดไฟฟ้าไม่สว่าง ทั้งนี้ก็เพราะฟองก๊าซไฮโดรเจนซึ่งเกาะเกิดขึ้นและอยู่ที่แผ่นทองแดงขวางทางกระแสไฟฟ้าเล็กน้อยไว้ เขากล่าวว่าเกิดการโปละไรส์ (Polarisation) ขึ้น

เราอาจกำจัดฟองก๊าซไฮโดรเจนได้โดยการชุบแผ่นทองแดงหรือกวาน้ำกรดวิธีนี้เขาเรียกว่า **วิธีกล** วิธีกลเป็นวิธีที่ไม่ค่อยสะดวกนัก สุวธีเคมีไม่ได้ ตามวิธีเคมีนั้นเขากำจัดไฮโดรเจนด้วยตัวยาเคมีซึ่งเรียกว่า **ออกซิไดซิงเอเจนต์** หรือเรียกตามภาษาไฟฟ้าว่าตัวแก้การโปละไรส์ เช่น มังกานีสไดออกไซด์ เมื่อแก้การโปละไรส์แล้ว เซลล์จะส่งกระแสไฟฟ้าได้นานและ ใช้ประโยชน์ ได้ดี เราเรียกเซลล์ประเภทนี้ว่า **เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell)**

(4) อิเล็กโทรดและอิเล็กโทรไลต์ชนิดอื่นๆ เราอาจใช้อิเล็กโทรไลต์ซึ่งเป็นสารละลายของกรดชนิดอื่น หรือเกลือหรือด่างแทนน้ำกรดซัลฟิวริกได้ และสำหรับอิเล็กโทรดนั้นเราอาจใช้โลหะชนิดอื่นแทนสังกะสี และใช้แท่งคาร์บอนหรือโลหะชนิดอื่นแทนทองแดงได้

๔. เซลล์เลอกลองเช และถ่านไฟฉาย

เซลล์ ไฟฟ้าที่เราพบเห็นและใช้กันอยู่เสมอ คือ ถ่านไฟฉาย ซึ่งเป็นเซลล์เลอกลองเชชนิดแห้ง เซลล์นี้เป็นเซลล์ปฐมภูมิ กล่าวคือ มีตัวยาเคมีกำจัดการโปละไรส์บรรจุอยู่ด้วยแล้ว



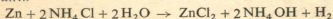
(1) เซลล์เลคคลองเซแบบน้ำ

ส่วนประกอบ เซลล์ชนิดนี้มีแท่งคาร์บอน (C) เป็นขั้ว + และ แท่งสังกะสี (Zn) เป็นขั้ว - สารละลายที่เป็น อิเล็กโทรไลต์ คือ แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) และ ตัวกำจัดการโปละไรต์ คือ มังกานีสไดออกไซด์ (MnO_2)

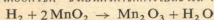
สังกะสีที่ไว้ในเซลล์มักเป็นแท่งกลม และแอมโมเนียมคลอไรด์ละลายในน้ำจนอิ่มตัวบรรจุอยู่ในหม้อแก้ว แท่งถ่านบรรจุอยู่ในหม้อซิม มีมังกานีสไดออกไซด์ผสมผงถ่านอัดอยู่รอบ ผงถ่านทำหน้าที่ดูดน้ำและช่วยเป็นตัวนำให้ไฟฟ้าผ่านได้สะดวก หม้อซิมนี้วางอยู่ในหม้อแก้วซึ่งบรรจุสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์

ปฏิกิริยาเคมี

ปฏิกิริยาเคมีซึ่งเป็นบ่อเกิดของพลังงานไฟฟ้า สำหรับให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าคันกระแสผ่านวงจร มีดังนี้



ไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นแล่นทะลุหม้อซิมมุ่งไปยังขั้ว + (คาร์บอน) ก่อนถึง + ได้ทำปฏิกิริยาเคมีกับมังกานีสไดออกไซด์ ซึ่งเป็นตัวกำจัดการโปละไรต์ ดังนี้



สมบัติและประโยชน์

เซลล์ชนิดนี้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าประมาณ 1.45 โวลต์ แต่เนื่องด้วยปฏิกิริยาเคมีสำหรับกำจัดการโปละไรต์นั้นไม่สุ่วคเร็วนัก จึงมีไฮโดรเจนเหลือทำให้กระแสลดลงบ้าง และต้องหยุดใช้สักครู่กระแสจึงจะเดินเป็นปรกติได้อีก ด้วยเหตุนี้เซลล์ชนิดนี้จึงเหมาะสำหรับงานที่ใช้ชั่วคราวชั่วคราว เช่น สำหรับกระดิ่งไฟฟ้าและโทรศัพท์เท่านั้น อย่างไรก็ตามเซลล์ชนิดนี้ก็ยังมีส่วนต่ออยู่มาก คือ ไม่ค่อยสิ้นเปลือง ทนทานและอาจใช้ได้แรมปี เพียงแต่คอยเติมน้ำแทนน้ำที่ระเหยไปเท่านั้น

(2) เซลล์แห้งและถ่านไฟฉาย

เซลล์ที่เราใช้ในไฟฉายหรือแบตเตอรี่กักตาสสูง (High Potential Battery) ของเครื่องวิทยุที่ใช้ ถ่าน ก็เป็นเซลล์แบบเลคคลองเซ เซลล์แบบนี้มีกระป๋องสังกะสีเป็นขั้ว - ตรงกลางมีแท่งคาร์บอนเป็นขั้ว + รอบแท่งคาร์บอนมีผงมังกานีสไดออกไซด์ปนผงถ่านบรรจุในถุงกระดาษ และถักออกไปติดกับสังกะสีก็คือแอมโมเนียมคลอไรด์คลุกกับกลีเซอริน

เซลล์แห่งนี้ไม่แห้งทีเดียว ต้องมีน้ำซิมปนอยู่เสมอสำหรับช่วยนำไฟฟ้า ดังนั้นต้องฉีกฝาถ้วยครึ่งและไขปาราดินให้ตี เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ เซลล์แบบนี้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 1.45 โวลต์เท่ากับเซลล์เลอคลองเซแบบที่กล่าวแล้ว แต่เซลล์แห้งเร็วกว่า เพราะมันเสื่อมคุณภาพเมื่อเก็บไว้โดยไม่ใช้ แต่ก็มีส่วนที่ดีว่าถ้อยยกไปไหนมาไหนได้สะดวก

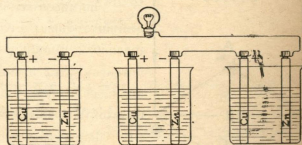
๕. การต่อเซลล์ไฟฟ้า

เซลล์อันเดียวบางทีก็ไม่สามารถันให้กระแสไฟไหลรอบวงจร จนทำให้หลอดไฟฟ้าขนาดใหญ่เปล่งแสงสว่างได้พอ หรือเกิดผลที่เราต้องการได้ ดังนั้นเราจึงนำเซลล์หลาย ๆ เซลล์มาต่อกัน เซลล์หลายอันซึ่งต่อกันอยู่เป็นพวกหรือกลุ่มนี้ เขาเรียกว่าแบตเตอรี่

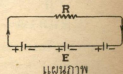
การต่อเซลล์หลาย ๆ อันเข้าด้วยกันเป็นแบตเตอรี่ มีสองวิธี คือ

(1) การต่อแบบอนุกรม (2) การต่อแบบขนาน

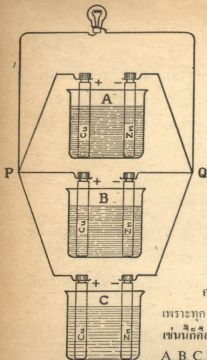
(1) การต่อแบบอนุกรม คือ การต่อโดยเอาขั้ว - ของเซลล์ A ต่อกับขั้ว + ของเซลล์ B ขั้ว - ของเซลล์ B ต่อกับขั้ว + ของเซลล์ C เช่นนี้เรื่อย ๆ ไปและขั้ว + ของเซลล์ A และขั้ว - ของเซลล์อันสุดท้าย ทั้งไว้สำหรับต่อวงจรภายนอกอีกต่อไป



ในการเขียนแผนภาพแสดงการต่อเซลล์ สำหรับใช้ประกอบการคำนวณ เขามักใช้เส้นขนานสองเส้นแทนเซลล์ เส้นยาวแทนขั้ว + และเส้นสั้นแทนขั้ว - และใช้เส้นหักขึ้นลงแทนความต้านทานภายนอก นั่นคือ ลวดในหลอดไฟ หรือเครื่องใช้ที่ต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้า



(2) การต่อแบบขนาน คือการต่อเซลล์โดยขั้ว + ของทุกเซลล์ต่อเข้า



ด้วยกัน ที่ P และเอาขั้ว - ของทุกเซลล์ต่อเข้า
ด้วยกัน ที่ Q แล้วต่อวงจรภายนอกเข้าที่จุด P
และ Q

บางครั้งเราต่อเซลล์หลายๆ เซลล์อย่างอนุกรม
เป็นแบตเตอรี่ แล้วต่อแบตเตอรี่เหล่านั้นหลายๆ อัน
อย่างขนาน การต่อเช่นนี้บางทีเขาเรียกว่า ต่อ
อย่างผสม

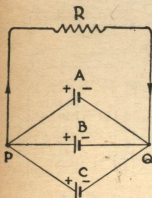
การต่อเซลล์แบบอนุกรมนี้ จะทำให้เราได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง
เพราะทุกๆ เซลล์ต่างก็ช่วยกันดันไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่
เช่นนี้ก็คือ ผลบวกของแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแต่ละเซลล์ เช่น ถ้าเซลล์
A, B, C, มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเซลล์ละ 2 โวลต์ เมื่อต่ออย่างอนุกรม
แบตเตอรี่นี้ก็จะมียแรงเคลื่อนไฟฟ้า $2 + 2 + 2 = 6$ โวลต์

ในการต่ออย่างขนานนั้น แรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่จะยัง
คงเท่ากับของเซลล์เดียว เช่น ถ้าใช้เซลล์ชนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า 2 โวลต์
มาต่อกันอย่างขนานหลายๆ เซลล์ ไม่ว่าจะมีกี่เซลล์ก็ตาม ก็คงได้แบตเตอรี่
มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 2 โวลต์เท่านั้น เพราะในการต่อเช่นนี้ก็เหมือนเราทำ
เซลล์ให้มีอิเล็กโตรดโตขึ้นเท่านั้นเอง แต่อิเล็กโตรดของเซลล์ไม่ว่าใหญ่หรือ
เล็กจะไม่ทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหรือลดลงเลย

ในการต่ออย่างผสม เช่น ต่อ 9 เซลล์โดยต่อเป็น 3 แถวๆ ละ 3
เซลล์ ถ้าทุกเซลล์มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 2 โวลต์ แรงเคลื่อนไฟฟ้าของ 1 แถว
จะเท่ากับ $2 + 2 + 2 = 6$ โวลต์ ดังนั้นแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์
ทั้งหมด = 6 โวลต์ด้วย

• แผนภาพ •

แสดงการต่อเซลล์อย่างขนาน



สิ่งที่ควรทำ

- เก็บถ่านไฟฉายที่ใช้แล้วมาอย่างน้อยสัก 2 ถ่าน แล้วทำการทดลองและสังเกตดังต่อไปนี้
 - เจาะรูเล็กแล้วหยดน้ำเข้าไป แล้วลองเอาถ่านใส่ถ่านไฟฉายอีก ไฟฉายสว่างหรือไม่
 - ผ่าและสังเกตดูว่า ข้างในถ่านไฟฉายประกอบด้วยอะไรบ้าง
- จงลองทำเซลล์ไฟฟ้าโดยใช้เศษโลหะ เช่น ผ่ากระป๋องและแท่งคาร์บอนจากถ่านไฟฉายเป็นอิเล็ก-
โตรด และใช้น้ำกรดจากแบตเตอรี่รถยนต์ที่เสียแล้วเป็นอิเล็กโตรไลต์

แบบฝึกหัดบทที่ 25

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

- ก. แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับสำคัญคือ..... และ.....
 - ข. วงจร..... คือวงจรไฟฟ้าที่มีตัวนำและแหล่งกำเนิดไฟฟ้าต่ออยู่เป็นวงจรครบรอบให้กระแสไฟฟ้า.....ได้ ถ้าส่วนใดส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้าขาดและกระแสไฟฟ้า.....เราเรียกว่าวงจร.....ในวงจรไฟฟ้าทั่วๆ ไป เราใช้.....สำหรับปิดและเปิดวงจร
 - ค. เซลล์อย่างง่ายประกอบด้วยขั้วอิเล็กโตรดสองอันคือ สังกะสีและ.....แช่อยู่ใน.....เช่นน้ำซึ่งมีกรด.....เจือปนอยู่เล็กน้อย เซลล์ชนิดนี้ส่งกระแสไฟฟ้าได้ชั่วคราวแล้วจะหยุดเพราะเกิดไฮโดรเจนเกาะที่.....ทำให้เกิดการโปะไรส์ซึ่งจะกำจัดได้โดยการ.....หรือใช้.....เช่นมังกานีสไดออกไซด์
 - ง. เซลล์เลกกลองซีมี.....เป็นอิเล็กโตรดรวมและ.....เป็นอิเล็กโตรดลบมี.....เป็นอิเล็กโตรไลต์และมังกานีสไดออกไซด์ สำหรับการเกิดการ.....
2. เซลล์ปฐมภูมิ เช่น เซลล์เลกกลองเซลล์ต่างกับเซลล์อย่างง่ายอย่างไร
 3. อานไฟลายเป็นเซลล์ชนิดใด และมีส่วนประกอบอะไรบ้าง
 4. เซลล์ 10 เซลล์มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 1.5 โวลต์ เมื่อต่ออย่างอนุกรมมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่าใด เมื่อต่ออย่างขนานหมดมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่าใด
 5. แบตเตอรี่รถยนต์ 2 ขนาดประกอบด้วยเซลล์ 3 และ 6 เซลล์ต่อเป็นอนุกรม จงหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่ทั้งสองขนาด ถ้าแต่ละเซลล์มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 2 โวลต์
 6. แบตเตอรี่ 12 โวลต์ 5 อันต่อกันแบบขนาน จะให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่าใด

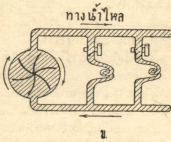
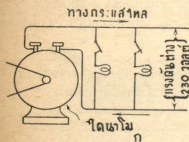
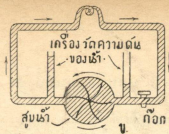
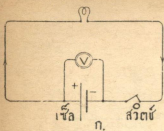
บทที่ 26

กฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้า และความต่างศักย์

๑. การไหลของไฟฟ้ากับการไหลของน้ำ

การไหลของตัวอิเล็กตรอนไปตามเส้นลวดคล้ายคลึงกับการไหลของน้ำไปตามท่อหลายประการ เช่นน้ำเปรียบเสมือนอิเล็กตรอน ท่อเสมือนลวด และความดันของน้ำเสมือนความดันไฟฟ้า

เราวัดปริมาณน้ำที่ประปาที่ไหลผ่านมาตรเป็นลูกบาศก์เมตร และในกรณีที่ต้องการทราบพลังงานที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า เราต้องวัดอัตราการไหลหรือกระแสน้ำเป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ส่วนในการไหลของไฟฟ้านั้นเราเกี่ยวข้องกับพลังงานไฟฟ้า ซึ่งกระแสไฟฟ้าทำให้เกิดขึ้น ดังนั้นเราจึงวัดกระแสไฟฟ้าด้วยปริมาณไฟฟ้าที่ไหลผ่านมาตรไปในหนึ่งวินาที หน่วยของกระแสไฟฟ้า เราเรียกว่าแอมแปร์ ซึ่งเท่ากับจำนวนของอิเล็กตรอน $6,250,000,000,000,000,000$ ตัวไหลผ่านไปใน 1 วินาที เราใช้เครื่องมือซึ่งเรียกว่า แอมมิเตอร์ (Ammeter) เป็นเครื่องวัดค่าของกระแสที่ไหลผ่านตัวนำในวงจร โดยต่อเข้าเป็นอนุกรมกับตัวนำนั้น



น้ำจะไหลไปตามท่อที่เมื่อความดันของน้ำตามส่วนต่างๆ ของท่อแตกต่างกัน และเราอาจทราบความแตกต่างของความดันนี้ได้จากระดับน้ำในท่อที่ต่อถึงตรงขึ้น ดังในรูป

ส่วนในวงจรกระแสไฟฟ้า นั้น เราใช้เครื่องวัดชื่อว่า วอลต์มิเตอร์ สำหรับวัดความแตกต่างของศักดาหรือความดันไฟฟ้า ระหว่างจุดสองจุดในวงจร หน่วยของความแตกต่างของศักดานี้เขาเรียกว่า วอลต์

๒. กฎของโอห์ม และความต้านทานของตัวนำ

นักวิทยาศาสตร์เยอรมันชื่อ โอห์ม ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านตัวนำ ปรากฏผลว่า

(1) ถ้าแรงดันไฟฟ้าหรือความแตกต่างของศักดาไฟฟ้ามาก กระแสจะมาก

(2) ถ้าตัวนำมีความต้านทานต่อการไหลของไฟฟ้ามาก กระแสจะน้อย จากผลการทดลองนี้ เขาสร้างกฎเกี่ยวกับการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านตัวนำขึ้นเรียกว่า กฎของโอห์ม มีใจความว่า

ผลหาร ระหว่าง ความแตกต่างของศักดา หรือ แรงเคลื่อนไฟฟ้ากับความต้านทาน จะเท่ากับกระแสไฟฟ้า

ความต้านทาน นั้นเป็น สมบัติ ประจำตัวของตัวนำหนึ่งๆ ซึ่งแล้วแต่ขนาดและชนิดของสิ่งที่ใช้ทำตัวนำ เช่น ลวดทองแดงโตและสั้นมีความต้านทานน้อยกว่าลวดทองแดงที่เล็กและยาว ลวดทองแดง มีความต้านทานน้อยกว่าลวดเหล็กขนาดเดียวกัน หน่วยของความต้านทานเขาเรียกว่า โอห์ม และเขียนกฎของโอห์มลงไว้เป็นสูตรได้ดังนี้



โอห์ม (ค.ศ. 1871 - 1845)

นักฟิสิกส์เยอรมัน

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{หรือ} \quad \text{แอมแปร์} = \frac{\text{โวลต์}}{\text{โอห์ม}}$$

เช่น สำหรับตัวนำ AB ซึ่ง
ต่ออยู่ในวงจร

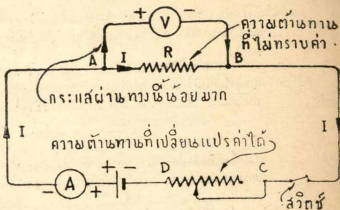
V คือ ค่าของความแตกต่าง
ศักดา (P.D.) ระหว่างจุด
A และ B มีหน่วยเป็น
โวลต์

I คือ ค่าของกระแสที่ผ่านตัว
นำ AB มีหน่วยเป็นแอมแปร์

R คือ ค่าของความต้านทานของ
ตัวนำ AB มีหน่วยเป็น
โอห์ม

ตัวนำ AB อาจเป็นไข

แสดงการต่อแอมมิเตอร์ (A) และโวลต์มิเตอร์ (V)



โลหะหรือเส้นลวดในหลอดไฟฟ้าหรือเส้นลวดในเตาไฟฟ้าก็ได้

จากสูตรข้างบนนี้ เราอาจให้นิยามของหน่วยโอห์มได้ว่า ความต้านทาน
1 โอห์ม คือความต้านทานของตัวนำซึ่งเมื่อมีความแตกต่างของศักดาระหว่าง
ปลายทั้งสองเท่ากับ 1 โวลต์ กระแสจะไหลผ่านตัวนำไปได้ 1 แอมแปร์

ตัวอย่างที่ 1 ความแตกต่างของศักดาระหว่างปลายของตัวนำ AB เท่ากับ
15 โวลต์ ค้นให้กระแสผ่านตัวนำนี้ได้ 3 แอมแปร์ ความต้านทานของ AB จะเป็น
เท่าใด และจะต้องใช้ความแตกต่างของศักดาเท่าใด จึงจะได้กระแส 12 แอมแปร์

ตอนที่ 1	$V = 15 \text{ โวลต์}$	สูตร	$I = \frac{V}{R}$
	$I = 3 \text{ แอมแปร์}$	แทนค่า	$3 = \frac{15}{R}$
	$R = ? \text{ โอห์ม}$		$\therefore R = \frac{15}{3} = 5 \text{ โอห์ม}$

ตอนที่ 2	$V = ? \text{ โวลต์}$	สูตร	$I = \frac{V}{R}$
	$I = 12 \text{ แอมแปร์}$	แทนค่า	$12 = \frac{V}{5}$
	$R = 5 \text{ โอห์ม}$		$\therefore V = 12 \times 5 = 60 \text{ โวลต์}$

แบบฝึกหัดบทที่ 26 ก.

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

- ก. ถ้าเราเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้ากับกระแสน้ำ อิเล็กตรอน เปรียบเสมือน.....
และแรงดันไฟฟ้า ซึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าก็เปรียบเสมือน.....ซึ่งเกิดจาก
สูบน้ำ
- ข. เรายัดกระแสไฟฟ้าด้วย.....และวัดแรงดันไฟฟ้าด้วย.....
- ค. กฎของโอห์มมีว่าแรงดันไฟฟ้า หรือความแตกต่างศักดาไฟฟ้าหารด้วย.....
เท่ากับ.....ที่ไหลผ่านตัวนำ และมีสูตรดังนี้

$$I = \frac{\dots}{R} \text{ หรือ } \text{อัมแปร์} = \frac{\text{โวลต์}}{\dots}$$

- ง. แรงเคลื่อนไฟฟ้า คือ ผลบวกของความแตกต่างของศักดาของส่วนต่าง ๆ ของวงจรทุกส่วน
แต่ความแตกต่างของศักดาเป็นแต่เพียงผลต่างของศักดาระหว่างจุด จุดบน
ตัวนำใน.....
- จ. ความต้านทานเป็น.....ประจำตัวของตัวนำหนึ่งๆซึ่ง.....
การไหลของกระแสไฟฟ้า และมีหน่วยเป็น.....
- ฉ. ในการหาความต้านทานของลวดตัวนำ 3 เส้น ปรากฏว่า

$$(1) R_1 = \frac{20 \text{ โวลต์}}{6 \text{ อัมแปร์}} = \dots\dots\dots \text{โอห์ม}$$

$$(2) R_2 = \frac{220 \text{ โวลต์}}{2 \text{ อัมแปร์}} = \dots\dots\dots \text{โอห์ม}$$

$$(3) R_3 = \frac{110 \text{ โวลต์}}{5 \text{ อัมแปร์}} = \dots\dots\dots \text{โอห์ม}$$

จงเรียงลำดับความต้านทานจากมากไปหาน้อย

2. สายไฟฟ้าบ้านสองสาย มีความแตกต่างของศักดา 110 โวลต์ ถ้าต่อหลอดไฟฟ้าเข้า กระแสจะ
ผ่าน 1/2 อัมแปร์ ความต้านทานของหลอดไฟฟ้าจะเป็นเท่าใด
3. เตาหีต่อนหนึ่งมีความต้านทาน 25 โอห์ม ต่ออยู่กับสายไฟฟ้าบ้าน ซึ่งมีความแตกต่างของศักดา
เท่ากับ 220 โวลต์ กระแสจะผ่านเตาหีต่อนเท่าใด
4. หลอดไฟฟ้าหลอดหนึ่งเมื่อต่อกับวงจรให้ความต่างศักดาเท่ากับ 10 โวลต์ กระแสผ่านหลอดนั้น
1/2 อัมแปร์ จงหาว่าถ้าต้องการให้กระแสผ่าน 4 อัมแปร์ จะต้องใช้ความต่างศักดาเท่าใด

๓. ความแตกต่างของศักดาและแรงเคลื่อนไฟฟ้า

ได้เคยอธิบายมาแล้วว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้า คือความดันไฟฟ้าทั้งหมด
ของเซลล์หรือของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่จะดันให้กระแสไหลผ่านรอบวงจร แรง
เคลื่อนไฟฟ้านี้เองทำให้เกิดความแตกต่างของศักดาระหว่างจุดสองจุดบนเส้น
ทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร ถ้าพิจารณาจุดหัวข้อที่แล้วมาจะเห็น

ว่า เซลล์ออกแรงดันทั้งหมด คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้าดันให้กระแสผ่านทุกส่วนของวงจร คือ AB, CD และตัวเซลล์เอง ลวด AB เป็นแค่เพียงส่วนหนึ่งของวงจรเท่านั้น ดังนั้นความแตกต่างของศักย์ระหว่าง A และ B จึงเป็นแค่เพียงส่วนหนึ่งของแรงเคลื่อนไฟฟ้า ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า

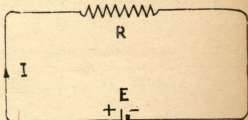
แรงเคลื่อนไฟฟ้าในวงจร = ผลบวกของความแตกต่างของศักย์ทั้งหมดรอบวงจร

เราอาจวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์หรือแบตเตอรี่ได้ โดยการต่อวอลต์มิเตอร์เข้ากับขั้วของเซลล์หรือแบตเตอรี่นั้น เมื่อไม่มีสิ่งอื่นอยู่ด้วยเลย

วงจรภายนอก.

๔. การหากระแสในวงจร

เพื่อความ สะดวก ในการ คำนวณ
หากระแสในวงจร เขามัก แบ่งวงจร
(ออกเป็นสองส่วน คือ วงจรภายใน
(ในเซลล์) และ วงจรภายนอก
(นอกเซลล์)



วงจรภายใน.

ดังนั้นสำหรับในวงจรหนึ่ง ๆ

แสดงวงจรภายนอกและวงจรภายใน

ถ้าแรงเคลื่อนไฟฟ้าหรือความแตกต่างของศักย์ทั้งหมดรอบวงจร = E

และความต้านทานของวงจร = ความต้านทานภายนอก + ความต้านทานภายใน

$$= R + r$$

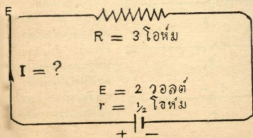
ดังนั้นตามกฎของโอห์ม สูตรทั่ว ๆ ไปสำหรับวงจร

$$I = \frac{E}{R + r}$$

หรือ กระแสในวงจร = $\frac{\text{แรงเคลื่อนไฟฟ้าในวงจร}}{\text{ความต้านทานภายนอก + ความต้านทานภายใน}}$

แสดงแผนภาพตามโจทย์

ตัวอย่างที่ 2 เซลล์ไฟฟ้าอันหนึ่ง



มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 2 โวลต์ และความต้านทานภายใน 1/2 โอห์ม ต่ออยู่กับความต้านทานภายนอก 3 โอห์ม จงหากระแสผ่านวงจร

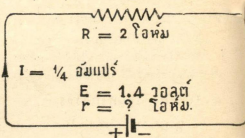
สูตร

$$I = \frac{E}{R+r}$$

แทนค่า

$$I = \frac{2}{3 + \frac{1}{2}} = 2 \times \frac{2}{7} = \frac{4}{7} \text{ อัมแปร์}$$

ตัวอย่างที่ 3 เซลล์ไฟฟ้าอันหนึ่ง
มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 1.4 โวลต์ เมื่อต่อ
อยู่กับ ความต้านทานภายนอก 2 โอห์ม
กระแสผ่านวงจร 1/4 อัมแปร์ จงหา
ความต้านทานภายในของเซลล์



สูตร

$$I = \frac{E}{R+r}$$

แสดงแผนภาพตามโจทย์

แทนค่า

$$1/4 = \frac{1.4}{2+r} \therefore 2+r = 5.6 \text{ และ } r = 3.6$$

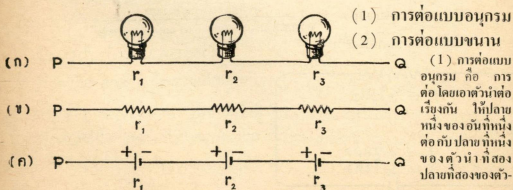
แบบฝึกหัดบทที่ 26 ข.

1. เซลล์เลกกรองเซอห์นหนึ่งมีความต้านทานภายใน 1 โอห์ม มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 1.4 โวลต์ ต่ออยู่กับความต้านทานภายนอก 2 โอห์ม จงหากระแสผ่านวงจร
2. เซลล์อย่างง่ายอันหนึ่งมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 1 โวลต์ ต่ออยู่กับหลอดไฟฟ้าซึ่งมีความต้านทาน 1/2 โอห์ม ถ้ากระแสผ่านหลอดไฟฟ้า 1 อัมแปร์ ความต้านทานภายในของเซลล์มีค่าเท่าใด
3. เซลล์อันหนึ่งมีความต้านทานภายใน 3/4 โอห์ม สามารถส่งกระแสผ่านหลอด 1/2 โอห์มได้ 1/3 อัมแปร์ จงหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์

๕. การต่อตัวนำแบบอนุกรมและขนาน

ในทางปฏิบัติทั่ว ๆ ไป ในวงจรหนึ่ง ๆ มักจะมีตัวนำหลายอันต่อกันอยู่ เราอาจคำนวณหาความต้านทานรวมของตัวนำหลายอันได้ดังต่อไปนี้

วิธีต่อตัวนำอาจจำแนกออกได้เป็นสองวิธีใหญ่ ๆ คือ



แผนภาพแสดงการต่อความต้านทานแบบอนุกรม

นำที่ส่งต่อกับปลายที่หนึ่งของตัวนำ ที่สาม เช่นนี้เรื่อย ๆ ไป และทั้งปลายที่เหลือของ ตัวนำที่หนึ่ง และ ของตัวนำ สุดท้ายไว้สำหรับ ต่อกับส่วนอื่นของวงจร

โดยอาศัยกฎของโอห์ม เรา อาจพิสูจน์ได้ว่า ความต้านทาน $r_1, r_2, r_3, \dots$ ต่อกันเป็นอนุกรม จะ ให้ความต้านทานรวม R ดังนี้

$$R = r_1 + r_2 + r_3, \dots$$

ตัวอย่างที่ 4 จงหาความต้านทานรวมของ 10 โอห์ม และ 2 โอห์ม ต่อกันเป็นอนุกรม

สูตร $R = r_1 + r_2$

แทนค่า $R = 10 + 2 = 12$ โอห์ม

ตัวอย่างที่ 5 จงหาความต้านทานรวมของเซลล์ 3 เซลล์ มีความต้านทานเซลล์ละครึ่งโอห์ม

สูตร $R = r_1 + r_2 + r_3$

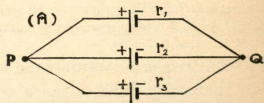
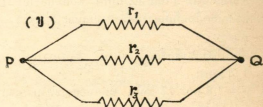
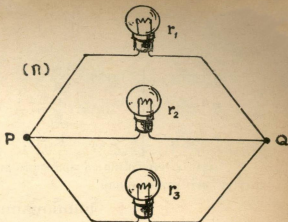
แทนค่า $R = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1\frac{1}{2}$ โอห์ม

(2) การต่อแบบขนาน คือ การต่อตัวนำหลายๆ อัน โดยเอาปลายด้านหนึ่งของตัวนำเหล่านั้นต่อรวมกันเข้าที่จุดหนึ่ง และปลายที่เหลือต่อรวมกันเข้าที่จุดที่อีกจุดหนึ่ง

โดยอาศัยกฎของโอห์ม เราอาจพิสูจน์ได้ว่า ตัวนำซึ่งมีความต้านทาน $r_1, r_2, r_3, \dots$ ต่อกันแบบขนาน จะให้ความต้านทานรวม R จากสูตรนี้

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \dots$$

ตัวอย่างที่ 6 จงหาความต้านทานรวมของ 10 โอห์ม และ 2 โอห์ม ต่ออย่างขนาน



แผนภาพแสดงการต่อความต้านทานแบบขนาน

$$r_1 = 10 \text{ โอห์ม}$$

$$r_2 = 2 \text{ โอห์ม}$$

$$R = ? \text{ โอห์ม}$$

$$\begin{aligned} \text{สูตร} \quad \frac{1}{R} &= \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \\ \text{แทนค่า} \quad \frac{1}{R} &= \frac{1}{10} + \frac{1}{2} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5} \\ \therefore R &= \frac{5}{3} = 1 \frac{2}{3} \text{ โอห์ม} \end{aligned}$$

วงจรบางวงจรมีตัวนำหลายอันต่อกันอยู่ทั้งแบบอนุกรมและแบบขนาน การต่อตัวนำเช่นนี้ บางทีเขาเรียกว่า การต่อแบบผสม

แบบฝึกหัดบทที่ 26 ก.

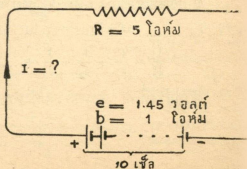
1. ลวดปลาทินัม 5 และ 12 โอห์ม ต่อกันอย่างอนุกรม จงหาความต้านทานรวม
2. ลวดเหล็กสับเส้นมีความต้านทานเส้นละ 5 โอห์ม จงหาความต้านทานรวมเมื่อลวดเหล่านี้ต่อแบบอนุกรม
3. เซลล์ไฟฟ้า 2 เซลล์ต่ออย่างขนาน จงหาความต้านทานภายในรวม ถ้าเซลล์มีความต้านทานเซลล์ละ $1/2$ โอห์ม
4. ลวด 3,8 และ 12 โอห์ม ต่อกันอย่างขนาน จงหาความต้านทานรวม
5. หลอดไฟฟ้าหลอดหนึ่งมีความต้านทาน 50 โอห์ม จะต้องหาหลอดกี่โอห์มมาต่อกับหลอดไฟฟ้าหนึ่ง และต่ออย่างไรจึงจะได้ความต้านทานรวม 60 โอห์ม
6. ลวด A และ B เมื่อต่ออย่างขนานมีความต้านทานรวม 6 โอห์ม ถ้า A มีความต้านทาน 9 โอห์ม B จะมีความต้านทานเท่าใด

๖. การคำนวณเกี่ยวกับวงจรที่มีเซลล์หลาย ๆ เซลล์ต่อกัน

ในเมื่อวงจรมีเซลล์หลายเซลล์และลวดตัวนำหลายอันต่อกัน เราก็อาจคำนวณหากระแสในวงจรได้ โดยดำเนินการคำนวณเป็นขั้น ๆ ดังนี้

- (1) หาแรงเคลื่อนไฟฟ้ารวม E
- (2) หาคความต้านทานภายในรวม R
- (3) หาคความต้านทานภายในรวม r เสร็จแล้ว
- (4) แทนค่าในสูตร $I = \frac{E}{R + r}$

ตัวอย่างที่ 7 เซลล์เลอเคลองเซ
10 เซลล์มีความต้านภายในเซลล์ละ 1 โอห์ม
และแรงเคลื่อนไฟฟ้าเซลล์ละ 1.45 โวลต์
ต่อแบบอนุกรม แล้วต่อกับความต้าน
ทานภายนอก 5 โอห์ม จงหากระแส
ผ่านวงจร



- (1) หาแรงเคลื่อนไฟฟ้ารวม $E = 1.45 + 1.45 + \dots\dots\dots (10 \text{ เซลล์})$
 $= 1.45 \times 10 = 14.5 \text{ โวลต์}$
- (2) ความต้านทานภายนอก $R = 5 \text{ โอห์ม}$
- (3) ความต้านทานภายในรวม $r = 1 + 1 \dots\dots\dots (10 \text{ เซลล์}) = 1 \times 10 = 10 \text{ โอห์ม}$

สูตร $I = \frac{E}{R+r}$

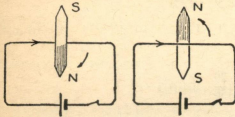
แทนค่า $I = \frac{14.5}{5+10} = \frac{14.5}{15} = \frac{29}{30} \text{ แอมป์}$

แบบฝึกหัดบทที่ 26 ง.

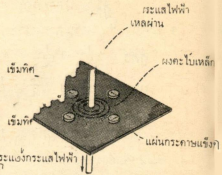
1. เซลล์ 2 เซลล์มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเซลล์ละ 2 โวลต์ และความต้านทานภายในเซลล์ละ 1 โอห์มต่อกันอย่างอนุกรม จงหากระแสผ่านหลอดไฟฟ้าซึ่งมีความต้านทาน 12 โอห์ม
2. เซลล์แห้ง 3 เซลล์มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าอันละ 1.45 โวลต์ และความต้านทานภายในเซลล์ละ 1 โอห์มต่อกันแบบอนุกรมแล้วต่อกับหลอดไฟฟ้า 12 โอห์มหนึ่งหลอด จงหาว่ากระแสผ่านหลอดไฟฟ้านั้นเท่าใด
3. เซลล์ 10 เซลล์มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเซลล์ละ 1.1 โวลต์ และความต้านทานภายในเซลล์ละ 1 โอห์มต่อกันแบบอนุกรม แล้วต่อกับหลอด 3 เส้นๆ ละ 2 โอห์ม จงหากระแสผ่านวงจร ถ้า (ก) ต่อหลอดอย่างอนุกรม (ข) ต่อหลอดอย่างขนานทั้งหมด
4. เซลล์ 2 เซลล์มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเซลล์ละ 1.1 โวลต์ และมีความต้านทานภายในเซลล์ละ 1 โอห์มต่อกันแบบขนานและต่อกับความต้านทานภายนอก 3 โอห์ม จงหากระแสไฟฟ้าผ่านความต้านทาน
5. เซลล์ 6 เซลล์มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเซลล์ละ 2 โวลต์ และมีความต้านทานภายในเซลล์ละ 1 โอห์มต่อกันอย่างขนานแล้วต่อกับหลอดซึ่งมีความต้านทาน 10 โอห์มหนึ่งเส้น จงหากระแสผ่านหลอดและกระแสผ่านเซลล์หนึ่งๆ

ผลจากกระแสไฟฟ้า

อำนาจแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้า



แสดงการทดลองของเออร์สเตด



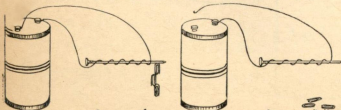
๑. การทดลองของเออร์สเตด

เออร์สเตด เป็นคนแรกที่ได้ทำทดลองให้เห็นแน่ชัดเมื่อปี ค.ศ. 1819 ว่า ถ้ากระแสไฟฟ้าผ่านไปตามลวดตรงไหนก็อำนาจแม่เหล็กและเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นรอบลวดนั้น ถ้าวงลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลไปทางทิศเหนือไว้ได้เข็มทิศและขนานกับเข็มทิศ ขั้ววงลวดจะเบนไปทางขวามือ (ทางทิศตะวันออก) และถ้าวงลวด ขั้ววงลวดเข็มทิศจะเบนไปทางซ้ายมือ (ทางทิศตะวันตก) เข็มทิศ

๒. แม่เหล็กไฟฟ้า) คงประโยชน์

เราอาจเห็น แสดงให้เห็นได้ง่ายๆ ว่า ขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน จะแสดงกิริยาแสดงเหมือนแม่เหล็ก และเมื่อสอดแท่งเหล็กเข้าไปในขดลวด แท่งเหล็กนั้นจึงกลั้มนั้ขึ้นแท่งแม่เหล็ก แม่เหล็กเหล่านี้เราเรียกว่าแม่เหล็กไฟฟ้า สเตอเรนเงา นั้ผู้ประดิษฐ์ขึ้นในปี ค.ศ. 1825

ถ้าหากเราใช้แท่งเหล็กกลั้ แม่เหล็กที่ดีก็จะเป็นแม่เหล็กถาวร แต่ถ้าใช้เหล็กอ่อนหยาบอ่อนก็จะเป็น แม่เหล็กชั่วคราวจะทิ้งกระแสขดลวดอยู่เท่านั้น



วงจรปิดกระแสไหล

วงจรเปิดกระแสไม่ไหล

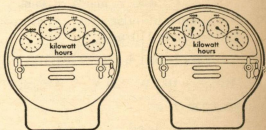
ด้วยเหตุนี้แม่เหล็กไฟฟ้าที่มีใช้ เป็น แม่เหล็กอ่อน จึง มี ประโยชน์ มาก เพราะจะทำให้มีอำนาจแม่เหล็กเมื่อใดก็ได้ โดยสับสวิตช์ ให้กระแสไฟฟ้าไหล และ จะทำให้ หมด อำนาจเมื่อใดก็ได้ โดยยกสวิตช์ขึ้นให้กระแสไฟฟ้าหยุดไหล

ประโยชน์ของแม่เหล็กไฟฟ้ามีหลายประการ เช่น สำหรับยกยานเหล็ก เหมเหล็ก สังกะสีเหล็กตามอุโมงค์และโรงงาน ในโรงพยาบาลใช้เป็นเครื่องดูดผงเหล็กที่เข้าตา และนอกจากนี้ยังใช้แยก เหมเหล็กจากสิ่งอื่นๆ และทำเบรกแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับห้ามล้อ

พลังงานความร้อน และ แสงสว่างเนื่องจากกระแสไฟฟ้า

๓. งานที่ทำโดยกระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าก็คือ กระแสของ อิเล็กตรอนอิสระนับเป็นจำนวนหลายๆ ล้าน ไหลไปตามที่ว่างระหว่างอะตอม ของลวดตัวนำ เราอาจเปรียบเทียบงาน ที่ทำโดย กระแสไฟฟ้า กับกระแสน้ำได้ ดังนี้

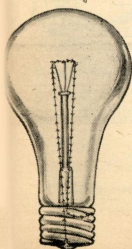


มาตรวัดพลังงานไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง

น้ำซึ่งกำลังไหลย่อมมีพลังงาน เพราะมันสามารถทำงานได้ เช่น น้ำตก สามารถหมุนล้อ ระหัดหรือใบพัดเครื่องไฟฟ้าน้ำตก กำลังของน้ำนั้นจะมากหรือน้อยเท่าใดนั้นย่อมแล้วแต่สิ่งสองสิ่ง คือ (1) กระแสน้ำหรือน้ำหนักของน้ำที่ตกลงไปในหนึ่งวินาทีและ (2) ความสูงที่น้ำตกลงหรือแรงดัน ของน้ำ

การไหลของตัวอิเล็กตรอนหรือกระแสไฟฟ้าก็เช่นกัน จะทำให้เกิด พลังงานในรูปอื่นๆ เช่น ความร้อนและแสงสว่างได้ กำลังไฟฟ้าจะมากน้อย เพียงใดนั้นย่อมแล้วแต่ (1) กระแสไฟฟ้า และ (2) ความดันไฟฟ้าหรือความ แตกต่างของศักดา

ไฟฟ้าไหลผ่านในไส้หลอดไฟ
เข้าออกตามลูกศร



๔. หลอดไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า

ถ้าเราหยิบหลอดไฟฟ้าที่ใช้กันมาดูสักหนึ่งหลอด มักจะ ปรากฏว่า มีอักษรและตัวเลขเขียนไว้ดังนี้ เช่น 220 V 40 W นี่หมายถึงหลอดไฟฟ้าที่ใช้ได้กับความดันไฟฟ้า หรือความ แตกต่างของศักดา 220 โวลต์ และกินกำลังไฟฟ้า 40 วัตต์ ซึ่งเรามักถือว่าหลอดไฟนี้ให้แสงสว่างประมาณ 40 แรงเทียน หรือกำลังเทียน อนึ่งทุกคนคงสังเกตเห็นแล้วว่า ถ้าหลอด ไฟฟ้ามีจำนวนวัตต์ (W) มาก หลอดไฟฟ้าก็จะกินกำลัง ไฟฟ้าและให้แสงสว่างได้มาก

หลอดไฟฟ้าจะกิน กำลังไฟฟ้า (วัตต์) มากน้อยเท่าใด

นั้นย่อมแล้วแต่ค่าของ ความแตกต่างของศักดา (วอลต์) และกระแส (อัมแปร์) ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$W = I \times V$$

$$\text{วัตต์} = \text{อัมแปร์} \times \text{วอลต์}$$

สำหรับไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้าน ความแตกต่างของศักดาของสายไฟสองสายที่ต่อเข้าบ้านมักมี 220 วอลต์ หรือ 110 วอลต์

ตัวอย่างที่ 1 หลอดไฟฟ้าหลอดหนึ่งมีอักษรและตัวเลขเขียนไว้ที่ขั้วของหลอดว่า 100 W 220 V จงหาค่าของกระแสผ่านหลอดไฟฟ้านี้เมื่อใช้กับไฟฟ้าบ้าน 220 วอลต์

$$W = 100 \text{ วัตต์} \quad \text{สูตร} \quad W = IV$$

$$V = 220 \text{ วอลต์} \quad \text{แทนค่า} \quad 100 = I \times 220$$

$$I = ? \text{ อัมแปร์} \quad \therefore I = \frac{100}{220} = \frac{5}{11} \text{ อัมแปร์}$$

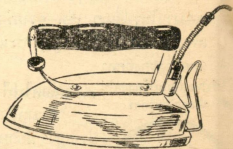
ตัวอย่างที่ 2 เตารีดไฟฟ้าอันหนึ่งเมื่อกระแสผ่าน 5 อัมแปร์จะกินกำลังไฟฟ้า 550 วัตต์ จงหาความดันไฟฟ้า

$$I = 5 \text{ อัมแปร์} \quad \text{สูตร} \quad W = IV$$

$$W = 550 \text{ วัตต์} \quad \text{แทนค่า} \quad 550 = 5 \times V$$

$$V = ? \text{ วอลต์} \quad \therefore V = \frac{550}{5} = 110 \text{ วอลต์}$$

ก่อนใช้หลอดไฟฟ้าหรือเครื่องไฟฟ้า ต้องสังเกตตัวเลขที่ปรากฏบนเครื่องนั้นเสียก่อน และต้องไม่ต่อเข้ากับสายไฟฟ้าซึ่งให้ความดันไฟฟ้าสูงเกินกว่าที่เขียนไว้ เพราะถ้าหลอดไฟหรือลวดในเครื่องนั้นจะร้อนเกินไปจนไหม้ชำรุดเสียหายได้ ทั้งนี้เพราะโดยหลอดไฟฟ้ามีความต้านทานตายตัว และสามารถรับกระแสไฟฟ้าได้จำนวนจำกัด



เตารีดไฟฟ้า

ตัวอย่างที่ 3 จากตัวอย่างที่ 1 จงหาความต้านทานของหลอดไฟ

$$V = 220 \text{ วอลต์} \quad \text{สูตร} \quad V = IR$$

$$I = \frac{5}{11} \text{ อัมแปร์} \quad \text{แทนค่า} \quad 220 = \frac{5}{11} \times R$$

$$R = ? \text{ โอห์ม} \quad \therefore R = 220 \times \frac{11}{5} = 484 \text{ โอห์ม}$$

แบบฝึกหัดบทที่ 27 ก.

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

- ก. เอร์สเตดแสดงให้เห็นว่า เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลไปตามตัวนำ จะเกิดอำนาจ.....รอบตัวนำ เมื่อ ก.ศ.อำนาจ.....นี้ทำให้เข็มทิศ.....ไปจากแนวที่มันชี้อยู่ได้
- ข. เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดซึ่งขด เป็นรูปกระบอก ปลายลวดจะแสดงว่ามีขั้ว.....เหมือนแท่ง.....และเมื่อเอาแท่งเหล็กสอดเข้าไปในขดลวดแท่งเหล็กจะกลายเป็น.....
- ค. เราใช้ประโยชน์จากแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งมีขดลวดพันรอบเหล็กอ่อนได้หลายอย่าง เช่นใน.....เพราะเมื่อเราต้องการให้เป็นแม่เหล็กเรา.....สวิตช์ และเมื่อเราต้องการให้มันหมดอำนาจแม่เหล็กเรา.....สวิตช์
- ง. กระแสไฟฟ้าทำงานได้เหมือนกับ.....ซึ่งตกจากที่สูง ถ้ากระแสไฟฟ้ามาก และแรงดันไฟฟ้ามากเราก็จะได้กำลัง.....
- จ. กระแส $\times$ แรงดันไฟฟ้า.....

$$I \times V = \dots\dots\dots$$

$$\text{แอมแปร์} \times \dots\dots\dots = \text{วัตต์}$$

2. หลอดไฟฟ้า 220 V 100 W มีความหมายว่าอย่างไร
3. หลอดไฟฟ้า 220 V 60 W เมื่อต่อกับไฟฟ้าบ้าน 220 โวลต์ จะมีกระแสผ่านเท่าใด
4. เตาหีต 220 V 500 W เมื่อต่อกับไฟฟ้าบ้าน 220 โวลต์ จะมีกระแสผ่านเท่าใด
5. หลอดไฟฟ้า 220 V 20 W มีความต้านทานเท่าใด
6. หลอดไฟฉาย 6 V 10 W เมื่อต่อกับแบตเตอรี่ 6 โวลต์ กระแสจะผ่านเท่าใด และหลอดไฟฉายมีความต้านทานเท่าใด

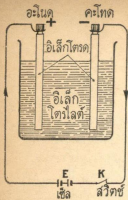
ผลจากกระแสไฟฟ้าในทางเคมี—อิเล็กโทรลิติกเซลล์—อ็อน

การแยกจุนส์ หลักการแยกอิเล็กโทรไลต์

เราได้เรียนเกี่ยวกับผลของกระแสไฟฟ้ามาแล้วสองประการ คือ เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำ ย่อมมีอำนาจแม่เหล็กเกิดขึ้นโดยรอบตัวนำ และมีความร้อนเกิดขึ้นบนตัวนำนั้นด้วย ผลประการที่สามก็คือ ผลทางเคมี เมื่อกระแสไฟฟ้าตรงไหลผ่านตัวนำประเภทอิเล็กโทรไลต์ อิเล็กโทรไลต์จะแยกสลายออก และเกิดสารใหม่ขึ้น

๕. ส่วนประกอบของอิเล็กโทรลิติกเซลล์และหลักการแยกอิเล็กโทรไลต์

ของเหลวซึ่งสลายตัวออกจากเคมีเมื่อกระแสไฟฟ้าผ่าน เขาเรียกว่า อิเล็กโทรไลต์ เช่นน้ำซึ่งมีกรดเกลือ (HCl) เจืออยู่ แท่งตัวนำสองแท่ง เช่นคาร์บอนซึ่งแช่อยู่ในอิเล็กโทรไลต์ เรียกว่า อิเล็กโทรด อิเล็กโทรดซึ่งเป็นทาง



กระแสไฟฟ้าเข้าเรียกว่า อะโนด (Anode ขั้ว +) และทางกระแสไฟฟ้าออก เรียกว่า คะโทด (Kathode ขั้ว -) สิ่งต่างๆ เหล่านี้ประกอบกันเข้าเรียกว่า อิเล็กโทรไลติกเซลล์ และเรียกรวมการสลายหรือการแยกสารด้วยไฟฟ้านี้ว่า อิเล็กโทรลิซิส

เมื่อต่อ อะโนด และ คะโทด เข้ากับ ขั้ว + และขั้ว - ของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า และปล่อยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านอิเล็กโทรไลต์ จะปรากฏว่า

(1) ไฮโดรเจน หรือโลหะจะแยกไปโผล่ที่คะโทด (ขั้ว -)

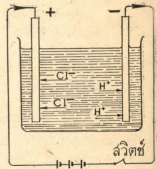
(2) ออกซิเจนหรือโลหะจะแยกไปโผล่ที่อะโนด (ขั้ว +)

ตัวอย่าง เช่น เมื่อส่งกระแสไฟฟ้าผ่านกรดเกลือหรือไฮโดรคลอริก (HCl) ซึ่งละลายอยู่ในน้ำ กรดเกลือจะสลายตัวออกตามสมการเคมี ดังนี้



กรดเกลือในสารละลาย $\rightarrow$ ไฮโดรเจนโผล่ที่คะโทด + คลอรีนโผล่ที่อะโนด

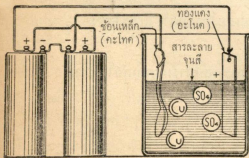
กรดเกลือถูกแยกออกเป็นสององค์ประกอบสองอย่าง ไฮโดรเจนไปโผล่ที่คะโทด และคลอรีน (อโลหะ) ไปโผล่ที่อะโนด



๖. การแยกจุนสีด้วยกระแสไฟฟ้าและการชุบโลหะโดยใช้ไฟฟ้า

เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าไปในจุนสี (CuSO₄) ซึ่งละลายในน้ำโดยใช้อิเล็กโทรดทองแดงทั้งคู่นั้น ปรากฏว่า ทองแดง (Cu) ไปเกาะพอกที่คะโทด (ขั้ว-) มากขึ้น ส่วนอะโนดทองแดงจะสึกกร่อนลง

การแยกจุนสีและได้ทองแดงไปเกาะที่คะโทด (ขั้ว-) นี้แสดงให้เห็นว่า

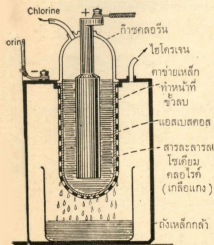


การชุบทองแดงด้วยไฟฟ้า (อิเล็กโทรลิซิส)

อิเล็กโทรลิซิส เป็นวิธีชุบโลหะที่ดีมากวิธีหนึ่ง กล่าวคือ “เคลือบ” หรือชุบผิวโลหะที่มี ราคาถูก และ ขึ้นสนิมง่าย เช่น เหล็กและทองแดงด้วยโลหะอีกชนิดหนึ่งซึ่งมีราคาแพงและไม่ขึ้นสนิม เช่น โครเมียม เงิน และทองคำ การชุบโลหะนั้น นอกจากจะทำให้วัตถุซึ่งทำ

ด้วยโลหะเหลว ๆ กลับแลดูสวยงามมีราคาขึ้นแล้ว ยังทำให้ทันทานไม่ผุง่ายด้วย หลักของการชุบโลหะมีดังนี้

- (1) สิ่งที่จะชุบ เช่น ช้อน ต้องเป็นตัวนำและใช้เป็นกะโหลกในอิเล็กโตรไลติกเซลล์
- (2) อิเล็กโตรไลต์ต้องมีเกลือของโลหะซึ่งจะใช้ชุบ เช่นถ้าจะชุบด้วยทองคำ เกลือต้องเป็นเกลือของทองคำและใช้อะโนดทองคำด้วย เพื่อป้องกันไม่ให้อิเล็กโตรไลต์จางลงจนเป็นเหตุให้การชุบไม่ได้ผล



สารละลายละลายโซเดียมคลอไรด์ด้วยไฟฟ้า
ทำโซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ)

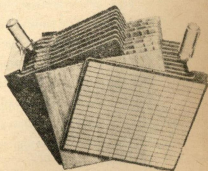
(3) อีกประการหนึ่ง ที่สำคัญมากในการชุบก็คือ ต้องทำให้ผิวของสิ่งชุบ เช่น ช้อน ให้สะอาด โลหะจึงจะเกาะได้แน่นและทนทาน ในการนี้ต้องขัดผิวช้อนให้สะอาดด้วยแปรงลวด และกระดาษทราย แล้วล้างในสารละลายบางชนิด เช่นกรดกำมะถันอ่อนอย่างเจือจางเป็นต้น

ยิ่งไปกว่านั้น เพื่อจะชุบให้ได้ผลดีและทนทาน ช่างชุบยังต้องรอบรู้สิ่งอื่นๆ อีกหลายประการ เป็นต้นว่า ต้องระวังความเข้มข้นของอิเล็กโตรไลต์ให้พอเหมาะ ใช้กระแสไฟฟ้าไม่มากหรือน้อยเกินไป และการเลือกโลหะชุบรองพื้น เช่น จะชุบโลหะอะไรด้วยเงินหรือนิกเกิลก็ต้องชุบด้วยทองแดงรองพื้นเสียก่อนเป็นต้น และสิ่งสำคัญยิ่งอีกอย่างหนึ่งก็คือ การเลือกชนิดของเกลือให้เหมาะสม เป็นต้นว่า การชุบด้วยเงินจะต้องใช้เกลือเงินไซแอนไนด์ (AgCN) ละลายในเกลือโปตัสเซียมไซแอนไนด์ (KCN) และการชุบด้วยทองจะต้องใช้เกลือทองไซแอนไนด์ และโปตัสเซียมไซแอนไนด์

นอกจากจะใช้อิเล็กโตรไลซิสในการชุบแล้ว เรายังใช้ทำอย่างอื่นอีก เช่นทำแม่พิมพ์ แยกเอาโลหะบางชนิดเช่นอลูมิเนียม และใช้ในการทำเซลล์กัลวานิกหรือเซลล์สะสมไฟฟ้าดังที่ใช้เป็นแบตเตอรี่รถยนต์เป็นต้น ดังจะอธิบายต่อไป

๑. แหล่งกำเนิดไฟฟ้าชนิดเซลล์สะสมไฟฟ้าหรือเซลล์กัลวานิก เช่นแบตเตอรี่รถยนต์

หลักการทำเซลล์สะสมไฟฟ้ามีง่ายๆ ว่า ถ้าใช้อิเล็กโตรดตะกั่วสองแผ่นแช่ลงในกรดกำมะถันอย่างเจือจาง แล้วผ่านกระแสเข้าไป สักครู่ อะโนด (+) จะมีตะกั่วไดออกไซด์สีน้ำตาล (PbO_2) เกาะอยู่ตามผิว ส่วนกะโหลก (-) ยังคงเป็นตะกั่วอยู่ตามเดิมแต่จะอ่อนนุ่มขึ้น



แผ่นแบตเตอรี่รถยนต์

ถ้าเรานำเซลล์ไปใช้ เช่นต่อเข้ากับหลอดไฟฟ้าเล็กๆ หลอดไฟก็จะสว่าง แสดงว่ามีแรงเคลื่อนไฟฟ้าดันให้กระแสไฟฟ้าไหล เมื่อวัดด้วยโวลต์มิเตอร์จะได้ 2 โวลต์ ในขณะที่กระแสไฟฟ้าไหลอยู่นี้ ตามผิวของอิเล็กโทรดทั้งสองจะกลายเป็นตะกั่วซัลเฟต (PbSO_4)

เมื่อตะกั่วไดออกไซด์ซึ่งทำไว้หมด แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะหมดด้วย แต่ถ้านำไปประจุไฟฟ้าหรืออัดกระแสไฟฟ้าเข้าไปอีกก็จะใช้ได้

การทดลองนี้ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สร้าง เซลล์สะสมไฟฟ้าขึ้น แต่ให้สังเกตว่า เซลล์มิได้สะสมตัวไฟฟ้าไว้ แต่สะสมตัวยาเคมี คือ PbO_2 ไว้ในรูปพลังงานเคมีสำหรับทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า

ผู้ที่ประดิษฐ์เซลล์สะสมไฟฟ้าชนิดนี้เป็นคนแรกชื่อ ปลูกองเต (Plante) ซึ่งทำเซลล์ขึ้นตามวิธีที่กล่าวแล้วข้างบน แต่แทนที่จะผ่านกระแสเข้าครั้งเดียว เขาผ่านกระแสกลับไปมาหลาย ๆ ครั้งเพื่อให้ได้เซลล์ที่ใช้งานได้ดีและนานยิ่งขึ้น

ต่อมา โฟร์ (Fauré) ได้คิดทำแผ่นอิเล็กโทรดขึ้นใหม่เพื่อให้ราคาถูกลง และใช้ได้นานตลอดจนสร้างได้รวดเร็วขึ้น เขาใช้แผ่นโลหะเป็นตาข่ายทำด้วยตะกั่วผสมกับพลวง (อินทิโมนี) แล้วเอาตะกั่วไดออกไซด์เคลือบกับกรดซัลฟูริกอย่างเข้มข้น ปะอูดเข้าให้เต็มและอัดให้แน่น แล้วจึงนำไปผ่านกระแสไฟฟ้าก็จะได้อิเล็กโทรดคงเช่นวิธีข้างบน

เซลล์ทุกชนิดมีคำว่าเซลล์ปฐมภูมิก็คือ เมื่อใช้ไฟหมดแล้วก็นำไปประจุไฟฟ้าใหม่ (Charge) ฉะนั้น (Discharge) อีกได้เสมอ เป็นแต่เพียงคอยเติมน้ำกลั่นไว้เสมอเท่านั้น เมื่อใช้ไปนาน ๆ แผ่นอิเล็กโทรดก็จะผุพังไปตามธรรมชาติ แต่ถ้าเราระมัดระวังให้ดี ๆ เซลล์ก็ทนทานได้ถึง 2-3 ปี ข้อควรระวังคือ

(ก) ถ้าใช้ไป ๆ จนแรงเคลื่อนไฟฟ้าตกเหลือราว 1.8 โวลต์ ต้องนำไปประจุใหม่ ปล่อยให้ตกต่ำกว่านี้ เซลล์ก็เสื่อมคุณภาพและกลับทำให้เสียอีกไม่ได้

(ข) อย่าให้กระแสไหลผ่านเซลล์มากเกินไป เพราะจะทำให้เซลล์เสื่อมคุณภาพ

(ค) อย่าให้กระแทกกระเทือนแรง ๆ เพราะแผ่นอิเล็กโทรดจะร่วน

(ง) คอยเติมน้ำกลั่นให้ท่วมแผ่นอิเล็กโทรดเสมอ

เราอาจเปรียบเทียบกับส่วนดีและเลวของเซลล์ปฐมภูมิและทุติยภูมิได้ดังนี้

(1) ส่วนดีของเซลล์ปฐมภูมิ (ก) ราคาสร้างถูกและทำง่าย ส่วนเซลล์ทุติยภูมิ ราคาสร้างแพงและทำยาก (ข) ระยะเวลาไม่ต้องระมัดระวังมาก ส่วนเซลล์ทุติยภูมินั้นต้องระมัดระวังมาก

(2) ส่วนดีของเซลล์ทุติยภูมิ (ก) หมดแล้วประจุใหม่ก็ใช้ได้ อีก ส่วนเซลล์ปฐมภูมินั้นเราต้องทิ้ง เพราะอิเล็กโทรดและอิเล็กโทรไลต์สิ้นเปลืองหมดไปเลยทีเดียว (ข) ใช้ไปนาน ๆ เทียบกับเซลล์ปฐมภูมิแล้ว ราคาถูกกว่า (ค) แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูง และความต้านทานภายในต่ำจึงมีประสิทธิภาพสูง

แบบฝึกหัดบทที่ 27 ข.

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

ก. อิเล็กโตรไลต์คือตัวนำที่เป็นของเหลวซึ่งเมื่อกระแสไฟฟ้าตรงไหลผ่านจะ.....

ข. อิเล็กโตรไลติกเซลล์ประกอบขึ้นด้วย.....และ.....

ค. อะโนดคือ.....บวก และแคโทดคือ.....ลบ

ง. เมื่อกระแสไฟฟ้าตรงไหลผ่านสารละลายซัลเฟตของทองแดง (CuSO_4) ถ้าอิเล็กโตรดเป็นแท่งคาร์บอน (ถ่าน) ทั้งคู่จะเกิด.....ที่อะโนด และเกิด.....ที่แคโทด

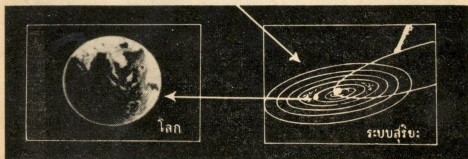
จ. ถ้าจะชุบข้อต่อทองแดงด้วยเงิน แคโทดควรเป็น.....และอิเล็กโตรไลต์ต้องเป็นเกลือของ.....

2. อิเล็กโตรไลซิสคืออะไร และมีประโยชน์อย่างไรบ้าง จงจัดตัวอย่าง 3 อย่าง

3. แบตเตอรี่รถยนต์ประกอบด้วยเซลล์ชนิดใด และต่อกันอยู่อย่างไร

4. เซลล์สะสมไฟฟ้าหรือเซลล์กัลวานิกที่ใช้เป็นแบตเตอรี่รถยนต์ มีส่วนใดและส่วนเสียอย่างไร

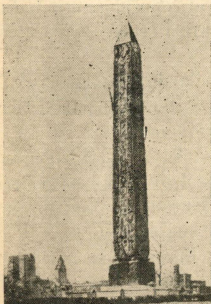
5. เราจะใช้วิธีอิเล็กโตรไลซิสแยกเอาออกซิเจนและไฮโดรเจนจากน้ำได้อย่างไร



หน่วยที่ 9

เอกภพ — ดาราศาสตร์

ในสมัยโบราณ มนุษย์เราไม่มีเครื่องบอกฤดู วัน เวลาและทิศทางเลข ได้แต่อาศัยดวงดาวดวงสำหรับบอกทิศ ต่อมาได้มีผู้สังเกตการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และดวงดาวอื่นๆ ในท้องฟ้า แล้วกำหนดฤดูกาล วันและเวลาขึ้น ล่วงมาอีกหลายพันปีนักปราชญ์จึงได้นำเอาความรู้ต่างๆ ที่คนโบราณได้สังเกตค้นพบเอาไว้มานำใช้ในการสร้างปฏิทิน กำหนดนับเวลา วัน เดือน และปี และสร้างเข็มนาฬิกาขึ้น เพื่อใช้ในการเดินทางข้ามทะเลทรายและมหาสมุทร

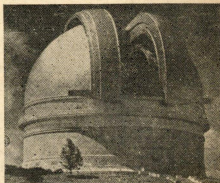


ชาวอียิปต์โบราณใช้โอเบลิสก์สำหรับบอกเวลา และเป็นปฏิทิน

กันพบเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิชาใหม่นี้ใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง กล่าวคือ ในการเดินทางและนอกโลก การสำรวจทางภูมิศาสตร์ การค้นคว้าเกี่ยวกับลมฟ้าอากาศและบรรยากาศ เรียนรู้เกี่ยวกับกำเนิดของโลกและธรรมชาติของสสารและพลังงาน

การศึกษาดวงดาวต่างๆ ในท้องฟ้า ซึ่งบางทีรวมเรียกว่า เทหวัตถุฟากฟ้า (Heavenly bodies) และวิชาดาราศาสตร์ นอกจากให้ความรู้ซึ่งนำเอามาใช้ประโยชน์ต่างๆ ดังกล่าวแล้ว ยังทำให้เกิดความเพลิดเพลินอีกด้วย ดังนั้นเพื่อเป็นรากฐานในการศึกษาวิชาดาราศาสตร์ในชั้นสูงๆ ขึ้นไป ในหน่วยนี้จะได้กล่าวถึง ระบบสุริยะ ดาวเคราะห์ ดาวฤกษ์ ทางช้างเผือกและกาแล็กซี่ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ เอกภพ อันกว้างใหญ่ไพศาล

แขนงวิชาที่นำเอาความรู้ เกี่ยวกับ ท้องฟ้ามา ใช้ประโยชน์ เขาเรียกว่าดาราศาสตร์ (Astronomy) ถือกันว่า ดาราศาสตร์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงเก่าแก่ที่สุด เพราะเริ่มมาประมาณ 4,000 ปีเศษแล้ว ในปัจจุบันคนทั่วๆ ไปก็ยังสนใจ เกี่ยวกับท้องฟ้ากันอยู่มาก นักวิทยาศาสตร์ได้นำความรู้ที่ได้ศึกษาและได้



สถานีดูดาวเขาพาโลมา สหรัฐอเมริกา
มีกล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสงขนาด 200 นิ้ว

ดวงอาทิตย์ และ ระบบสุริยะ

๑. ดวงดาวในท้องฟ้า

ในท้องฟ้ามีดาวอยู่เป็นจำนวนมากมาย แต่เรามองเห็นด้วยตาเปล่าในคืนหนึ่งๆ เพียงประมาณ 2000 ดวงเท่านั้น และตลอดทั้งปีจะเห็นเพียงประมาณ 6000 ดวง ถ้าใช้กล้องโทรทรรศน์ส่องดู จะเห็นได้ประมาณ 2-3 พันล้านดวง แล้วแต่ฤดู นักวิทยาศาสตร์ประมาณว่า ดวงดาวมีอยู่ทั้งสิ้นนับเป็นพันๆ ล้านดวง

เราอาจแบ่งดาวออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ดาวประเภทที่มีแสงสว่างในตัวเองเรียกว่า ดาวฤกษ์ (Star) และดาวประเภทที่ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง และเป็นบริวารของดาวฤกษ์เรียกว่า ดาวเคราะห์ (Planet) ดาวที่เรามองเห็นในท้องฟ้าเป็นดาวฤกษ์แทบทั้งสิ้น

ดาวฤกษ์มักอยู่กันเป็นระบบ ก็เป็นกลุ่ม (Constellation) หรือเป็นกระจุก (Cluster) ระบบดาวฤกษ์หลายๆ ระบบ หมอกเพลิง และฝุ่นธุลีประกอบกันเข้าเป็นกาแลกซี (Galaxy)

เอกภพ (Universe) ของเรานี้ประกอบขึ้นด้วยกาแลกซีเป็นจำนวนมากอยู่กระจัดกระจายห่างกัน และต่างก็ลอยเคว้งคว้างโคจรไปในอวกาศอันกว้างใหญ่ไพศาลเหลือที่จะประมาณขนาดได้ โลกของเราเป็นดาวเคราะห์ดวงหนึ่งในหมื่นรอบดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นศูนย์กลางของ ระบบสุริยะ (Solar System) และดวงอาทิตย์ก็เป็นแค่เพียงดาวฤกษ์ดวงหนึ่งใน กาแลกซีของเรา อันเป็นส่วนหนึ่งในเอกภพ กาแลกซีของเรานี้ก็ชื่อ ทางช้างเผือก (Milky Way) นั่นเอง

๒. ระบบสุริยะ (Solar System)

ระบบสุริยะประกอบด้วยดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางและมีดาวเคราะห์ 9 ดวง อัสเตอร์อยด์* (Planetoids หรือ Asteroids) กว่า 2000 ดวง ดาวหาง (Comets) และฝนดาวตก (Meteors) เป็นบริวารหมื่นรอบ

ดาวเคราะห์มีอยู่ 9 ดวง คือ ดาวพุธ ศุกร์ โลก อังคาร พฤหัสดี เสาร์ ยูเรนัส เนปจูน และ พลูโต ดาวเคราะห์เหล่านี้มีดวงจันทร์เป็นบริวารนับได้รวม

*บางท่านเรียก Planets ว่า ดาวเคราะห์ใหญ่ หรือ ดาวเคราะห์สำคัญ และเรียก Planetoids หรือ Asteroids ว่า ดาวเคราะห์น้อย แต่ในหนังสือเล่มนี้ ถ้ากล่าวถึงดาวเคราะห์ก็ให้ถือว่าเป็น Planets ซึ่งปัจจุบันทราบว่ามีอยู่ 9 ดวงด้วยกัน

ทั้งสิ้น 31 ดวงด้วยกัน แทบทุกดวงมีดวงจันทร์หมุนอยู่รอบ เว้นแต่ดาวพุธและดาวศุกร์ ส่วนดาวพลูโตนั้นยังไม่ทราบกันว่ามีดวงจันทร์หรือไม่ แต่ก่อนหน้านี้มนุษย์เราเชื่อกันว่าโลกของเราเป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ มีดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และดาวเคราะห์ต่าง ๆ หมุนรอบ คอเปอร์นิคัส (Copernicus ค.ศ. 1473–1543) นักวิทยาศาสตร์เยอรมันเป็นคนแรกซึ่งพิสูจน์ให้เห็นประจักษ์ว่า ดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ ซึ่งโลกและดาวเคราะห์อื่น ๆ เป็นบริวารหมุนอยู่รอบ เขายังกล่าวต่อไปว่า การหมุนเวียนของดาวเคราะห์มีกฎเกณฑ์แน่นอน และดาวเคราะห์ดวงที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์จะโคจรรอบดวงอาทิตย์ได้เร็วกว่าดวงที่อยู่ห่างออกไป

เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์รอบตัวเอง และรอบดวงอาทิตย์นี้ นักวิทยาศาสตร์เยอรมันชื่อเคปเลอร์ (Kepler ค.ศ. 1571–1630) ได้เป็นผู้พยายามอธิบายและสร้างกฎเกณฑ์เอาไว้หลายประการ เป็นต้นว่า ทางโคจรของดาวเคราะห์เป็นวงรีเล็กน้อยและทางโคจรของดาวเคราะห์ทั้งหลายไม่อยู่บนระนาบเดียวกัน ต่อมานักวิทยาศาสตร์อังกฤษ ชื่อนิวตัน (Sir Isaac Newton 1642–1727) ได้ค้นพบทฤษฎีแห่งความถ่วง เกี่ยวกับการดึงดูดระหว่างมวลสาร กฎการเคลื่อนที่ของวัตถุและได้อธิบายเพิ่มเติมต่อไปอีกว่า “ดาวเคราะห์เหล่านี้เริ่มเคลื่อนที่ได้อย่างไรไม่มีใครทราบแน่ แต่คงต้องมีแรงอย่างใดอย่างหนึ่งเริ่มต้นมันให้มันเคลื่อนที่ และตั้งแต่นั้นมามันก็เคลื่อนที่เรื่อยไปไม่หยุด ไม่เร็วขึ้นและไม่ช้าลง”



มือออกแรงดึงก้อนหินเข้าหา ทำให้ก้อนหินเคลื่อนที่ไปรอบมือ

อนึ่ง การที่ดาวเคราะห์ทุกดวงยังเคลื่อนที่ตามทางโคจรอยู่ได้นั้น ก็เพราะมีแรงดึงดูดดึงไปสู่ดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นศูนย์กลางที่มันหมุนรอบ เหมือนกับเมื่อเราแกว่งกระป๋องน้ำรอบศีรษะ เราก็ต้องออกแรงดึงกระป๋องสู่ตัวเรา (ศูนย์กลาง) กระป๋องจึงหมุนรอบอยู่ได้ ถ้าเราหยุดดึงเมื่อใด กระป๋องก็จะหลุดลอยพุ่งตรงออกไปทันที แรงดึงดูดของดวงอาทิตย์ต่อดาวเคราะห์ทั้งหลายนี้ เป็นแรงความถ่วง เพราะดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์ต่าง ๆ ล้วนแต่ประกอบด้วยสสารเช่นเดียวกับโลก

๓. กำเนิดของบริวารของดวงอาทิตย์ในระบบสุริยะ

ได้กล่าวมาแล้วว่า ดวงอาทิตย์เป็นกลุ่มก๊าซใหญ่ที่ร้อนจัดเคลื่อนไปในอวกาศและรวมกันอยู่ได้เพราะแรงความถ่วง

นักวิทยาศาสตร์ชื่อ แชมเบอร์ลิน (Chamberlin) อธิบายกำเนิดของระบบสุริยะว่า เมื่อเกิดใหม่ๆนั้น ดวงอาทิตย์เป็นกลุ่มก๊าซกลุ่มเดียวหมุนเลี้ยวกว้างไปในอวกาศ ต่อมาเมื่อดาวฤกษ์ดวง

และเย็นลงได้รวดเร็วจนกลายเป็นดาวเคราะห์และดาวบริวารอื่นๆ ดวงอาทิตย์และบริวารเหล่านี้เอง ประกอบกันเข้าเป็นระบบสุริยะ หมุนและเคลื่อนที่ไปในอวกาศดังกล่าวแล้ว

๔. ดวงอาทิตย์

ดาวฤกษ์ที่เรามองเห็นเด่นที่สุดอยู่เสมอและไม่ขึ้นในเวลากลางคืนคือ ดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์ไม่ใช่ดาวฤกษ์ขนาดใหญ่ที่สุดและสุกใสที่สุด ที่จริงเป็นแต่เพียงดาวฤกษ์ขนาดและความสุกใสปานกลาง แต่เนื่องจากอยู่ใกล้เรามากที่สุด จึงปรากฏแก่ตาเราว่าใหญ่ที่สุด และส่องแสงสว่างสุกใสมากที่สุดจนขับแสงดาวฤกษ์อื่นๆ เสียหมดในเวลากลางวัน

แม้ดวงอาทิตย์จะไม่ใช่ดาวฤกษ์ขนาดใหญ่ที่สุดและสุกใสที่สุด แต่ก็ใหญ่โตและร้อนกว่าโลกเรามาก มีเส้นผ่าศูนย์กลางยาว 864,000 ไมล์ ซึ่งเกือบ 110 เท่าของโลก ถ้าคิดปริมาตร ดวงอาทิตย์จะมีขนาดโตกว่าโลกกว่าหนึ่งล้านเท่า แม้ดวงอาทิตย์จะโตมากกว่าโลกมากมายเช่นนี้ก็ตาม ก็ปรากฏแก่ตาเราว่าโตประมาณผลมะพร้าวขนาดเขื่อง ทั้งนี้ก็เพราะดวงอาทิตย์อยู่ใกล้จากเราถึง 93,000,000 ไมล์ และแสงต้องเดินทางสิ้นเวลา 8 นาทีจึงจะมาถึงโลก

ดวงอาทิตย์หนักกว่าโลกประมาณ 300,000 เท่า และมีแรงความตึง 28 เท่าของโลก คือคนที่หนัก 100 ปอนด์บนโลก ถ้าขึ้นไปอยู่บนดวงอาทิตย์ได้ก็จะหนักถึง 2800 ปอนด์ ดวงอาทิตย์ร้อนจัดมาก ที่ผิวร้อนประมาณ $10,000^{\circ}$ ฟ. (หรือ $6,000^{\circ}$ ช.) เมื่อเข้าไปข้างในก็จะร้อนจัดเพิ่มขึ้นๆ และอาจร้อนถึง $20,000,000^{\circ}$ ฟ. ที่จุดศูนย์กลาง มีกำลังส่องสว่างถึง 3,000,000,000,000,000,000,000,000 กำลังเทียบ พลังงานรังสีจากดวงอาทิตย์แผ่กระจายออกไปโดยรอบอยู่ตลอดเวลา แต่โลกได้รับเพียง 1 ใน 2,000,000,000 ส่วนเท่านั้น โลกได้สะสมพลังงานที่ได้รับนี้ไว้บ้าง และส่งถ่ายต่อออกไปบ้าง

พืชและสัตว์มีชีวิตและเติบโตขึ้นได้ก็เพราะแสงแดด เราเติบโตมีกำลัง เล่นและทำงานได้ก็เพราะเรากินพืชและเนื้อสัตว์ และเรายังใช้พลังงานจากดวงอาทิตย์ให้เป็นประโยชน์ในทางอื่นๆ อีกหลายประการทั้งโดยตรงและโดยทางอ้อม เช่นให้ความอบอุ่นและความร้อน และให้เชื้อเพลิง เช่น ถ่านหินและน้ำมัน เป็นต้น

แบบฝึกหัดบทที่ 28

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

- ก. ในคืนหนึ่งๆ เมื่ออากาศแจ่มใสเรามองเห็นดาวด้วยตาเปล่าได้ประมาณ.....และตลอดทั้งปีจะเห็นประมาณ.....และด้วยกล้องจะเห็นได้ประมาณ.....
- ข. เอกภพประกอบด้วย.....จำนวนมาก เคลื่อนไปใน.....อันกว้างใหญ่ไพศาล และ.....ประกอบด้วยหมอกเพลิงผงธุลีและดาวฤกษ์ซึ่งมีบริวารเรียกว่าดาว.....
- ค. ดาวฤกษ์คือดาวที่มี.....ในตัวเองจึงมองดูระยิบระยับกระพริบอยู่ตลอดเวลา แต่ดาวเคราะห์.....ต้องได้รับแสงจากดาวฤกษ์เราจึงจะมองเห็น
- ง. ดาวเคราะห์ที่สำคัญของระบบสุริยะมี.....ดวงคือ.....
- จ. ดวงอาทิตย์เป็นดาว.....ที่อยู่ใกล้โลกเราที่สุด ห่างจากโลก.....ไมล์ และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง.....ไมล์ พลังงานจากดวงอาทิตย์เกิดขึ้นจากพลังงานอะตอมหรือนิวเคลียร์ กล่าวคือ เมื่ออะตอมของธาตุ.....รวมกันเป็นอะตอมของธาตุ.....ส่วนหนึ่งของสสารกลายเป็น.....ดวงอาทิตย์ร้อนจัดมาก ที่ผิวมีอุณหภูมิ.....ฟ. ที่ใจกลางมีอุณหภูมิ.....ฟ.

2. ทฤษฎีกำเนิดระบบสุริยะของแฮมเบอร์ลินมีว่าอย่างไร

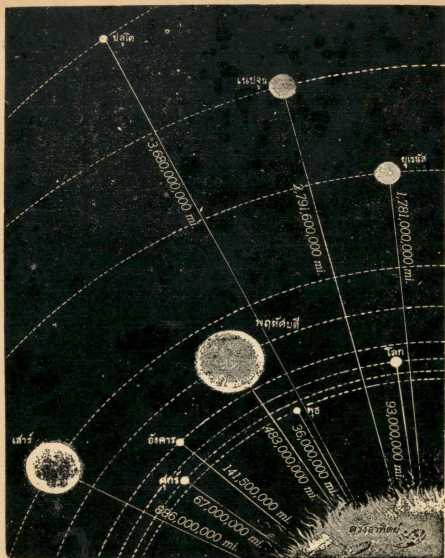
3. ทฤษฎีกำเนิดระบบสุริยะของคูเปอร์ซึ่งเป็นทฤษฎีใหม่มีว่าอย่างไร

บทที่ 29

ดาวเคราะห์ 9 ดวงและบริวารอื่นๆ ของดวงอาทิตย์

นักดาราศาสตร์กรีกสมัยโบราณได้สังเกตพบว่า ดาวในท้องฟ้าส่วนมากปรากฏอยู่ที่เดิมทุกคืน แต่มีบางดวงเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ไปทุกคืน จึงให้ชื่อแก่ดาวพวกหลังนี้ว่า แพลเน็ต (Planet) ซึ่งมีความหมายว่า “ดาวจร” ในภาษาไทยเราเรียกว่า ดาวเคราะห์

มาจนกระทั่งเมื่อประมาณ 250 ปีนี้เอง นักดาราศาสตร์ทราบว่ามีท้องฟ้ามีดาวเคราะห์อยู่เพียง 5 ดวง คือ ดาวพุธ ศุกร์ อังคาร พฤหัสบดี และ เสาร์ หลังจากกาลิเลโอได้สร้างกล้องโทรทรรศน์ขึ้นแล้ว จึงได้มีผู้ค้นพบดาวเคราะห์อีก 3 ดวง คือ พบดาวยูเรนัสในปี ค.ศ. 1781 ดาวเนปจูนในปี ค.ศ. 1848 และดาวพลูโตในปี ค.ศ. 1930 ได้กล่าวมาแล้วว่า คอเปอร์นิคัสเป็นคนแรกที่ชี้ให้เห็นว่า โลกก็เป็นดาวเคราะห์ดวงหนึ่ง ดังนั้นจึงรวมมีดาวเคราะห์ 9 ดวง เรียงลำดับจากดวงที่ใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุดออกไปดังนี้ ดาวพุธ ศุกร์ โลก อังคาร



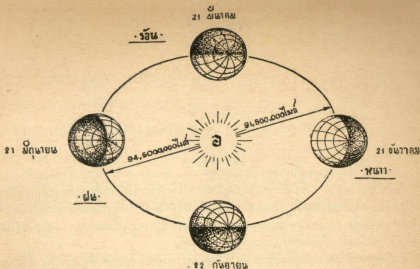
พฤหัสบดี เสาร์ ยูเรนัส เนปจูน และ พลูโต นอกจากนี้ในระบบสุริยะก็ยังมีดาว อัสเตอร์อยด์ (Planetoids or Asteroids) อยู่เป็นจำนวนมาก และมีดาวหาง (Comets) อยู่อีกด้วย ดาวบริวารทั้งหลายของดวงอาทิตย์รวมทั้งดาวเคราะห์และดวงจันทร์ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง ที่สามารถมองเห็นได้ก็เพราะมันสะท้อนแสงแดดมาเข้าตาเรา คงจะกล่าวถึงตามลำดับดังต่อไปนี้

๑. ดาวพุธ (Mercury)

ดาวพุธเป็นดวงเล็กที่สุดในจำพวกดาวพระเคราะห์ 9 ดวง มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3,000 ไมล์ ดาวพุธอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุด คือห่างเพียงประมาณ 36,000,000 ไมล์เท่านั้น เนื่องจากว่าอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์กว่าโลก เราจึงมองเห็นมันแหวกคล้ายดวงจันทร์ และมองเห็นดาวดวงนี้อยู่ต่ำใกล้ขอบฟ้าในทางทิศตะวันออกก่อนดวงอาทิตย์ขึ้นและในทางทิศตะวันตกหลังดวงอาทิตย์ตก เพียงประมาณครึ่งละครึ่งชั่วโมง แต่ถ้าส่องดูด้วยกล้องโทรทรรศน์เราจะเห็นได้นานไม่เกิน 2 ชั่วโมง เรามองไม่เห็นดาวพุธบ่อยนัก คงมองเห็นได้ซักบี๊หนึ่งเพียงสองครั้ง คือ ตอนก่อนรุ่งในเดือนเมษายนต่อพฤษภาคมและตอนพลบค่ำในเดือนกันยายนต่อตุลาคม ถ้าเห็นตอนก่อนรุ่งบางทีก็เรียกว่าดาวประกายพุกขัย (Morning Star) และตอนพลบเรียกว่า ดาวประจำเมือง (Evening Star) ชื่อเหล่านี้อาจทำให้เข้าใจสับสนกับดาวศุกร์ แต่เราก็อาจสังเกตความแตกต่างระหว่างดาวทั้งสองได้ คือ ดาวพุธสุกใสน้อยกว่าดาวศุกร์มาก เนื่องจากมีทางโคจรสั้นมาก ดาวพุธจึงหมุนรอบดวงอาทิตย์ได้ในเวลาเพียง 88 วัน ฉะนั้น “หนึ่งปี” บนดาวพุธจะยาวนานเท่ากับ 88 วันบนโลกเท่านั้น แต่มันหมุนรอบตัวเองช้ามาก ดังนั้น “วัน” บนดาวพุธจึงยาวมาก ปรากฏว่ามันหมุนรอบดวงอาทิตย์ได้หนึ่งรอบ มันก็จะหมุนรอบตัวเองได้เพียงหนึ่งรอบเช่นกัน นั่นคือบนดาวพุธใน “หนึ่งปี” จะมีเพียง “หนึ่งวัน” กับ “หนึ่งคืน” เท่านั้น ฉะนั้น “หนึ่งวัน” บนดาวพุธจึงเท่ากับ 44 วันบนโลก ด้วยเหตุที่มันอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากและวันคืนยาวมาก กลางวันบนดาวพุธจึงร้อนจัด (ประมาณ 644°F.) และกลางคืนหนาวจัด (ประมาณ -460°F.) นักวิทยาศาสตร์สันนิษฐานว่า บนดาวพุธไม่มีอากาศไม่มีน้ำ ดังนั้นจึงไม่น่าจะมีสิ่งมีชีวิตอยู่ได้เลย

๒. ดาวศุกร์ (Venus)

ถัดจากดาวพุธออกมาก็จะถึงดาวศุกร์ ดาวดวงนี้อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณสองเท่าของดาวพุธ นั่นคือราว ๆ 67,000,000 ไมล์ และอยู่ประปรายกึ่งกลางระหว่างโลกกับดาวพุธด้วย



เร็ว 19½ ไมล์ต่อวินาที และเคลื่อนไปกักระบบสุริยะด้วยความเร็ว 12 ไมล์ต่อวินาที เปลือกโลกเป็นดิน หินหนาประมาณ 30-50 ไมล์ อุณหภูมิเพิ่มขึ้นประมาณ 1°ฟ. ทุกๆ 60 ฟุตที่ลึกลงไปสู่จุดศูนย์กลาง ซึ่งร้อนถึง 50,000° ฟ. จนทำให้เหล็กและนิกเกิลซึ่งเป็นแกนในอยู่ในสภาพเหนียว (Plastic State) บรรยากาศที่หุ้มห่อโลกหนาประมาณ 600 ไมล์ ส่วนใหญ่เป็นไนโตรเจน (78%) และออกซิเจน (21%) ครึ่งหนึ่งของน้ำหนักของบรรยากาศหนาจากผิวโลกไม่เกิน 3½ ไมล์ โลกมีบริวารคือ ดวงจันทร์เพียง 1 ดวง และนักวิทยาศาสตร์คำนวณว่าโลกมีอายุประมาณ 5000 ล้านปี

๔. ดาวอังคาร (Mars)

ถัดจากโลกออกไปก็คือ ดาวอังคาร ดาวอังคารนี้เล็กกว่าโลกเราครึ่งหนึ่ง มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4,300 ไมล์ อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 4 เท่า ของดาวพุธ นั่นคือประมาณ 141,000,000 ไมล์ เมื่อเข้าใกล้โลกที่สุดจะห่างจากโลกเพียงประมาณ 35,000,000 ไมล์ เมื่ออยู่ไกลที่สุดห่าง 234,000,000 ไมล์ ดาวอังคารหมุนรอบดวงอาทิตย์สิ้นเวลานานเกือบสองเท่าของโลก คือ 687 วัน แต่หมุนรอบตัวเองสิ้นเวลาเกือบเท่ากับโลก คือ 24½ ชั่วโมง ดาวอังคารมีดวงจันทร์เล็กๆ 2 ดวงเป็นบริวาร ดาวอังคารนี้เล็กกว่าดาวศุกร์เกือบครึ่งหนึ่ง และมีแสงไม่สุกใสเปล่งปลั่งเหมือนดาวประจำเมืองและดาวฤกษ์ แต่มีสีแสดค้ำๆ จึงสังเกตเห็นแตกต่างจากดวงดาวอื่นๆ ได้ง่าย

ทุกๆ 15-17 ปี ดาวอังคารเข้ามาใกล้โลกมากที่สุดครั้งหนึ่ง - จะมองเห็นเป็นสีแสด ๆ สุกใสน้อยกว่าดาวศุกร์ และมีสีเขียวแกมฟ้าพาดเป็นทาง

นักวิทยาศาสตร์คาดคะเนว่าบนผิวดาวอังคารนี้มีบรรยากาศหุ้มห่ออยู่ แต่จางกว่าบรรยากาศของโลก หนาวร้อนจึงร้อนกว่าโลก และหนาวหนาวกว่าเล็กน้อย ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงสันนิษฐานว่า อาจจะมีสิ่งมีชีวิตอยู่บนดาวดวงนี้ แต่บางคนก็ว่าไม่มีเลย

ดาวดวงนี้ไม่มีเมฆหมอกหรือละอองน้ำหนาแน่น เช่นดาวศุกร์ ดังนั้นจึงส่องกล้องมองเห็นเป็นรอยเส้นลึกเป็นทางยาว ซึ่งนักวิทยาศาสตร์บางคนลงความเห็นว่า เป็นลำคลองที่มนุษย์บนโลก อังคารสร้างขึ้น ถ้าเป็นความจริง คลองนี้กว้างถึง 100 ไมล์ แต่บางคนก็ว่าอาจเป็นแฉกตื้นไม่สง่างามดังของลำน้ำ นอกจากนี้ส่วนกลางของดาวดวงนี้ยังปรากฏว่ามีแถบดำๆ สันนิษฐานว่าคงเป็นป่าใหญ่ในแถบอากาศร้อนเช่นบนโลกของเราเหมือนกัน

นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์ยังชี้แจงต่อไปว่าบนดาวอังคารมีสัตว์เช่นเดียวกับโลก แต่ดูหนึ่งๆ นานเป็นสองเท่าของดูบนโลก เพราะปรากฏว่าแถบขั้วมีสีขาวแสดงว่าปกคลุมด้วยน้ำแข็งในบางฤดู แล้วก็เปลี่ยนสีไปในฤดูอื่น ทั้งนี้คงเป็นเพราะน้ำแข็งละลายเป็นน้ำไปหมด

ระหว่างดาว อังคาร และดาวพฤหัสบดีซึ่งอยู่ถัดออกไปมีดาวอัสเตอร์อยด์อยู่เป็นจำนวนกว่า 2000 ดวง ดาวพฤหัสบดีและดาวเคราะห์อีก 4 ดวงซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปนี้มีขนาดใหญ่กว่าดาวพุธ ดาวศุกร์ โลกและดาวอังคารมาก

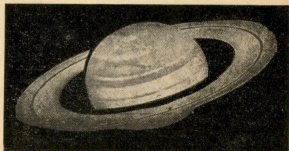
๕. ดาวพฤหัสบดี (Jupiter)

ถัดจากกลุ่มดาวอัสเตอร์อยด์ออกไปก็ถึงดาวพฤหัสบดีซึ่งเป็น ดาวเคราะห์ที่ใหญ่ที่สุด มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 11 เท่าของโลก หรือราว ๆ 87,000 ไมล์ ตอนหัวค่ำบางวันเราอาจมองเห็นดาวดวงนี้ขึ้นคู่กับดาวศุกร์ ดาวพฤหัสบดีจะปรากฏอยู่สูงกว่าและสุกใสกว่าเล็กน้อย

ดาวพฤหัสบดี มีดวงจันทร์ เป็นบริวารถึง 12 ดวง และหมุนรอบดวงอาทิตย์ได้ช้ามากต้องสิ้นเวลาถึง 12 ปี จึงไปได้รอบหนึ่ง แต่มันหมุนรอบตัวเองได้เร็วกว่าโลกคือในราว 10 ชั่วโมงเท่านั้น

๖. ดาวเสาร์ (Saturn)

ถัดจากดาวพฤหัสบดีออกไปถึงดาวเคราะห์ขนาดใหญ่อีกดวงหนึ่ง ซึ่งสุกใสเป็นที่สาม ดาวดวงนี้คือดาวเสาร์ โดยประมาณ 9 เท่าของโลก มีเส้นผ่า



ดาวเสาร์

ศูนย์กลางราว ๆ 72,000 ไมล์ อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 886,000,000 ไมล์ หมุนรอบดวงอาทิตย์ในเวลา 29 ปีครึ่ง และหมุนรอบตัวเองในเวลา 10 ชั่วโมงเศษ

สิ่งที่แปลกประหลาด และเป็นที่น่าสนใจมาก สำหรับ นักวิทยาศาสตร์ก็คือ มีวงแหวนเป็นแถบบาง ๆ อยู่รอบดาวเสาร์เป็นชั้น ๆ 3 ชั้น ชั้นนอกสีแดง ๆ แถบกลางสีดำ ๆ และแถบในใหญ่สว่าง มองทะลุและสะท้อนแสงออกมาได้ นอกจากวงแหวนเหล่านี้แล้วดาวเสาร์ยังมีดวงจันทร์เป็นบริวารอีก 9 ดวง

นักวิทยาศาสตร์เชื่อกันว่าไม่มีสิ่งมีชีวิตใด ๆ อยู่บนดาวเสาร์เลย เพราะบนดาวดวงนี้นานาอังกว่บนดาวพฤหัสบดีเสียอีก และบรรยากาศที่หุ้มห่อก็ไม่เหมือนกับบรรยากาศของโลก

๗. ยูเรนัส* (Uranus บางท่านเรียกว่าดาวเกตุ บางท่านก็เรียกว่าดาวมฤตยู)

ดาวดวงนี้โตเป็นที่สามในจำพวกดาวเคราะห์ คือมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 31,000 ไมล์ หรือเกือบสี่เท่าของโลก อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 1,782,000,000 ไมล์ หรือ 19 เท่าของโลก หมุนรอบดวงอาทิตย์ได้ใน 48 ปี และหมุนรอบตัวเองราว ๆ 10 ชั่วโมงครึ่ง ยูเรนัสมีดวงจันทร์เป็นบริวารอยู่ 5 ดวง และหนาวจัด เพราะอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์มาก มองด้วยตาเปล่าไม่ค่อยเห็น ถ้าใช้กล้องส่องจะเห็นเป็นสีเขียว ๆ

๘. เนปจูน* (Neptune บางท่านเรียกว่า ดาวมฤตยู หรือ วารุณ)

ดาวเคราะห์ดวงนี้มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณสี่เท่าเศษของโลก หรือประมาณ 33,000 ไมล์ อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 2,793,000,000 ไมล์ หรือ 30 เท่าของโลก เนปจูนมีดวงจันทร์เป็นบริวาร 2 ดวง หมุนรอบดวงอาทิตย์ได้ในเวลา 165 ปี และหมุนรอบตัวเองในเวลาประมาณ 15 ชั่วโมง เรามองดูดาวนี้ด้วยตาเปล่าไม่เห็น ต้องใช้กล้องโทรทรรศน์จึงจะมองเห็น

๙. พลูโต (Pluto)

พลูโตเป็นดาวเคราะห์ดวงสุดท้ายที่ค้นพบ คือเมื่อ ค.ศ. 1930 นี้เอง นักดาราศาสตร์จึงยังไม่มีเวลาพอที่จะศึกษาให้ละเอียด ทราบคร่าว ๆ แต่เพียงว่าอยู่

* ชื่อในภาษาไทยยังไม่ตรงกัน จึงใช้ทับศัพท์และวงเล็บภาษาไทยซึ่งใช้ในที่ต่าง ๆ เอาไว้

ห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 40 เท่าของโลก หรือ 3,670,000,000 ไมล์ และหมุนรอบดวงอาทิตย์ในเวลาประมาณ 248 ปี

นักวิทยาศาสตร์คำนวณและคาดคะเนว่า ถัดจากดาวพฤหัสบดีออกไปอาจมีดาวเคราะห์อยู่อีก นอกจากดาวเคราะห์ดังกล่าวแล้ว เรายังนับดาวอัสเตอร์อยด์ ที่พุ่งได้และดาวหางอยู่ในระบบสุริยะอีกด้วย

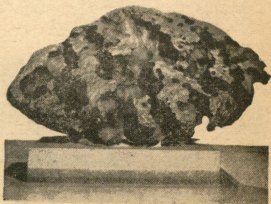
๑๐. ดาวอัสเตอร์อยด์ (Planetoids หรือ Asteroids บางท่านเรียกว่าดาวเคราะห์น้อย)

ดาวอัสเตอร์อยด์มีอยู่ประมาณ 2000 ดวง ต่างก็หมุนเคลื่อนที่ไปรอบดวงอาทิตย์เช่นดาวเคราะห์ทั้ง 9 ดวง ดาวเหล่านี้ขนาดเล็กมากและอยู่ระหว่างทางโคจรของดาวอังคารและดาวพฤหัสบดี ดวงโคที่สุคชื่อ เซเรส (Ceres) มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 480 ไมล์ ดาวอัสเตอร์อยด์ส่วนมากมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 50 ไมล์

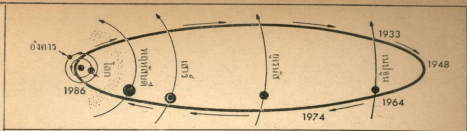
๑๑. ฝนพุ่งได้และลูกอุกกาบาต (Shooting Stars, Meteors และ Meteorites)

ในคืนที่ท้องฟ้าโปร่งๆ เรามักมองเห็นลำแสงสว่างพุ่งผ่านไป ในอากาศเป็นทางสั้นๆ บางทีก็ลำใหญ่ บางทีก็ลำเล็ก บางทีก็ลำเดี่ยวๆ บางทีก็เป็นกลุ่ม เขาเรียกสิ่งเหล่านี้ว่า ฝนพุ่งได้บ้าง ดาวร่วงบ้าง และดาวตกบ้าง

ฝนพุ่งได้ คือก้อนวัตถุแข็งๆ คล้ายหิน บางก้อนก็มีนิ้กเกิดและเหล็กปนหิน แต่บางก้อนก็เป็นหินล้วนๆ บางก้อนก็มีขนาดเท่านิ้วมือ บางก้อนก็อาจจะโตเท่าบ้านหลังเล็กๆ และหนักหลายตัน ก้อนวัตถุเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของระบบสุริยะหมุนเคลื่อนที่ไปรอบดวงอาทิตย์ เมื่อมันผ่านเข้ามาใกล้โลก แรงความถ่วงก็จะดึงดูดให้ตกเข้ามาในบรรยากาศของโลกอย่างรวดเร็ว จึงขัดสีกับอากาศจนร้อนจัดมากและเกิดแสงสว่างพุ่งเป็นทาง ก้อนไหนเล็กก็ไหม้เป็นเส้าหายไปในอากาศ ก้อนไหนใหญ่ก็ไหม้ไม่หมดและตกลงมาถึงผิวโลก เรียกว่า ลูกอุกกาบาต บางก้อนตกลงถึงพื้นโลกแล้วก็ยังมีน้ำหนักมาก เช่นก้อนที่ตกที่อาร์โซนาในสหรัฐอเมริกาหนักถึง 50,000 ตัน ในบั้งหนึ่งๆ ฝนพุ่งได้และลูกอุกกาบาต จะตกเข้ามาสู่บรรยากาศของโลกไม่น้อยกว่า 100 ล้านดวง



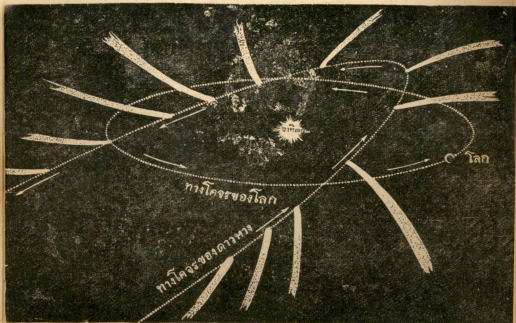
ลูกอุกกาบาตขนาดใหญ่



ทางโคจรของดาวหางฮัลเลย์

๑๒. ดาวหาง (Comets)

คนโบราณมักถือว่าดาวหางเป็นลางร้าย ดาวหางมีแสงสุกใส หางบาน ออกไปคล้ายไม้กวาดทางมะพร้าว บางดวงก็หางสั้น บางดวงก็หางยาว ฟุ้งโผล่ เข้ามาให้เห็นหนึ่งหรือสองเดือนแล้วก็หายลับไป ดาวหางเป็นบริวารของดวงอาทิตย์ประกอบขึ้นด้วย “ก้อนวัตถุ” เป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่อยู่ที่หัว ก้อนวัตถุเหล่านี้มีลักษณะเช่นเดียวกับอัสเตอร์อยด์หรืออุกกาบาต และช่วยสะท้อนแสงแดดให้เรามองเห็นดาวหางได้ เมื่อเคลื่อนที่รอบดวงอาทิตย์นั้น ดาวหางจะชี้หางออกจากดวงอาทิตย์เสมอ เวลาเคลื่อนเข้าหาดวงอาทิตย์หางจะลากตามอยู่ข้างหลัง แต่เวลาเคลื่อนออกไปหางชี้ไปข้างหน้า ทางโคจรของดาวหางเป็น



วงรีซึ่งปลายโค้งข้างหนึ่งอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ และอีกปลายหนึ่งอยู่ไกลมาก ยังไม่มีใครทราบว่ายอยู่ไกลเพียงไรและอยู่ที่ไหน หลายๆ ปีจึงจะมีดาวหางผ่านเข้ามาใกล้ดวงอาทิตย์ให้เราเห็นซักครั้งหนึ่ง ดาวหางที่มีชื่อมากก็คือดาวหางฮัลเลย์ (Halley's Comet) ซึ่งมาปรากฏให้เราเห็นทุกๆ 76 ปี ครั้งสุดท้ายปรากฏเมื่อเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2453

เมื่อปลาย พ.ศ. 2491 ก็มีดาวหางดวงหนึ่งเคลื่อนเข้ามาใกล้โลกและมองเห็นชัดเจนในประเทศไทย ในระหว่างเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม

ตารางเทียบดาวเคราะห์ 9 ดวงกับดวงอาทิตย์

ข้อ	ระยะห่างจาก ดวงอาทิตย์ ล้านไมล์	เส้นผ่าศูนย์กลาง ไมล์	เวลาหมุนรอบ ดวงอาทิตย์	เวลาหมุนรอบ ตัวเอง	ดวงจันทร์ จำนวน
ดาวพุธ	36	3,000	28 วัน	88 วัน	0
ดาวศุกร์	67	7,600	225 วัน	30 วัน	0
โลก	93	7,900	365½ วัน	23 ชม. 56 นาที	1
ดาวอังคาร	141	4,300	687 วัน	24 ชม. 37 นาที	2
ดาวพฤหัสบดี	483	87,000	12 ปี	9 ชม. 50 นาที	12
ดาวเสาร์	886	72,000	29½ ปี	10 ชม. 40 นาที	9
ยูเรนัส	1,782	31,000	84 ปี	10 ชม. 40 นาที	5
เนปจูน	2,791	33,000	165 ปี	15 ชม. (?)	2
พลูโต	3,680	(?)	248 ปี	(?)	0
ดวงอาทิตย์	—	864,000	—	25 วัน	—

แบบฝึกหัดบทที่ 29 ก.

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

- ระบบสุริยะประกอบด้วยดาวเคราะห์ที่สำคัญ.....ดวง และ.....
- ดาวอัสเตอร์อยด์หรือดาวเคราะห์น้อยมีอยู่ประมาณ.....ดวงใหญ่ที่สุดข้อ.....
มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ.....ไมล์ อัสเตอร์อยด์โคจรรอบดวงอาทิตย์ อยู่
ระหว่างทางโคจรของดาว.....และดาว.....
- ผิวน้ำคือ.....และอุกกาบาตคือ.....
- ดาวหางที่มีชื่อมากคือ.....ปรากฏให้มนุษย์เราเห็นทุกๆปี ทางโคจร
ของดาวหางมีรูป.....และเมื่อเคลื่อนที่จะชี้ทาง.....
- ดาวเคราะห์ดวงใหญ่ที่สุดข้อ.....มีเส้นผ่าศูนย์กลาง.....ไมล์
ดาวเคราะห์ดวงเล็กที่สุดข้อ.....มีเส้นผ่าศูนย์กลาง.....ไมล์
โลกมีเส้นผ่าศูนย์กลาง.....ไมล์ และโตประมาณ 2 เท่าของดาว.....
.....และโตกว่า.....เล็กน้อย

2. ดาวเคราะห์อะไรบ้างอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าโลก และอะไรบ้างอยู่ไกลกว่าโลก
3. เล่าเรื่องเกี่ยวกับดาวพฤหัสบดีที่ทราบ
4. เล่าเรื่องเกี่ยวกับดาวเสาร์มาตามที่ทราบ
5. ดาวเคราะห์ดวงไหนโคจรที่สุด เล่าเรื่องดาวดวงนั้นมาสั้นๆ
6. ดาวเคราะห์ดวงไหนอยู่ใกล้โลกที่สุด เล่าเรื่องดาวดวงนั้นมาสั้นๆ

ดวงจันทร์ของโลก

นอกจากดวงอาทิตย์แล้ว ดวงจันทร์ก็เป็นอีกสิ่งในท้องฟ้าที่คนโบราณเอาใจใส่และนึกว่าดวงจันทร์มีอิทธิพลเหนือคนและสัตว์ โชคชะตาของคนจะร้ายดีอย่างไรก็ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดวงจันทร์ในท้องฟ้า ยิ่งไปกว่านั้นบางคนยังนึกว่าดวงจันทร์บันดาลให้อากาศเปลี่ยนแปลงได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้สนใจสังเกตความเป็นไปและเรียนรู้เรื่องของดวงจันทร์เรื่อยมาเป็นเวลาหลายปี นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบความจริง นานาประการเกี่ยวกับดวงจันทร์ด้วยกล้องโทรทรรศน์

๑๓. ขนาดและระยะจากโลก

เมื่อเรามองดูดวงจันทร์ในคืนวันเพ็ญ และนึกเปรียบเทียบกับขนาดของดวงอาทิตย์ก็จะรู้สึกได้ว่า ดวงจันทร์มีขนาดเท่าๆ กับดวงอาทิตย์ ทั้งนี้ก็เนื่องจากว่า ดวงจันทร์อยู่ใกล้โลกกว่าดวงอาทิตย์เกือบ 400 เท่า นักวิทยาศาสตร์ได้คำนวณแล้วว่า ดวงจันทร์อยู่ห่างจากโลกเพียง 238,000 ไมล์ คือราว 10 เท่าของเส้นรอบวงของโลก แต่ดวงอาทิตย์นั้นอยู่ห่างถึง 93,000,000 ไมล์

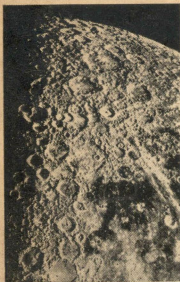
ความจริงเมื่อเปรียบดวงจันทร์กับดวงอาทิตย์แล้ว ดวงจันทร์เล็กเพียงนิดเดียว และเล็กกว่าโลกมาก ดวงจันทร์มีเส้นผ่าศูนย์กลางยาวเพียง 2,162 ไมล์ แต่โลกมีเส้นผ่าศูนย์กลางยาว 7,900 ไมล์ และดวงอาทิตย์มีเส้นผ่าศูนย์กลางยาว 864,000 ไมล์ ดวงจันทร์มีน้ำหนักเพียง 1/80 เท่าของโลก

๑๔. กำเนิดของดวงจันทร์

นักวิทยาศาสตร์บางท่านกล่าวว่า เมื่อโลกหลุดจากดวงอาทิตย์มาใหม่ๆ ดวงจันทร์ติดอยู่กับโลก และเป็นส่วนหนึ่งของโลก ต่อมาเมื่อโลกหมุนกว้างไปรอบดวงอาทิตย์ คงมีแรงหนีอย่างเดียวกับที่แยกโลกจากดวงอาทิตย์ ทำให้ส่วนหนึ่งของโลกหลุดออกไปแล้วรวมกันเข้าเป็นกลุ่มก้อน กลุ่มของสสารนี้ค่อยเย็นลง กลายเป็นดวงจันทร์และหมุนรอบโลกตั้งแต่นั้นมา แต่นักวิทยาศาสตร์บางท่านกล่าวว่า ดวงจันทร์เกิดพร้อมๆ กับโลกโดยการกลั่นตัวของหมอกเพลิงลงเป็นก๊าซ และต่อมาเย็นลงจึงกลายเป็นก้อนวัตถุแข็ง

๑๕. ลักษณะที่ผิวและภายนอกของดวงจันทร์

เมื่อส่องกล้องโทรทรรศน์ดูอย่างละเอียดถี่ถ้วน จะเห็นว่าผิวของดวงจันทร์ขรุขระมาก นักวิทยาศาสตร์ลงความเห็นว่า ผิวของดวงจันทร์เต็มไปด้วย



ผิวของดวงจันทร์เต็มไปด้วยปล่องภูเขาไฟ

เทือกเขายืดยาว มีเหวและบ่อลึกคล้ายปล่องภูเขาไฟอยู่เป็นจำนวนมาก บนดวงจันทร์ไม่มีอากาศและน้ำเลย ดังนั้นจึงไม่มีพืชและสิ่งที่มีชีวิตใดๆ บนดวงจันทร์ เหวลึกเหล่านี้ชั้น ขรุขระและเป็นหินแข็งแกร่ง ไม่มีดิน กรวด หรือทรายอย่างบนโลก

๑๖. แสงจากดวงจันทร์

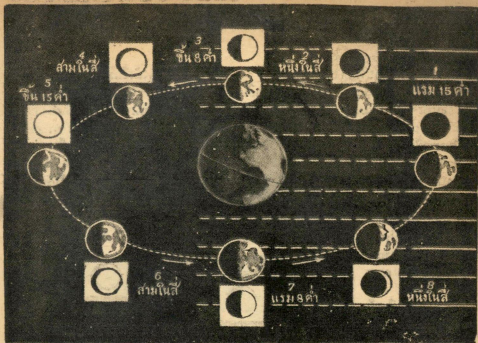
เนื่องจากดวงจันทร์อยู่ใกล้โลกเรามาก และส่องแสงवलเ็นตาในวินาที ในเวลากลางคืนช่วงแรมเดือนมืดเราจึงมักรู้สึกว่าเหว ดวงจันทร์ไม่มีแสงในตัวเองอย่างเช่นดวงอาทิตย์ แสงที่เราได้รับจากดวงจันทร์นั้นเป็นแสงสะท้อน คือ ดวงอาทิตย์ส่องแสงอันแรงกล้าไปยังดวงจันทร์ แล้วดวงจันทร์สะท้อนแสงมายังโลกเราอีกต่อหนึ่ง ถึงแม้ว่าในวินาทีดวงจันทร์เต็มดวงและแสงจันทร์สว่างไสวมาก แต่เมื่อเทียบกับแสงจากดวงอาทิตย์แล้ว ก็จะเป็นเพียง 1 ใน 360,000 เท่านั้น

๑๗. การเคลื่อนที่ของดวงจันทร์

โลกเรามีบริวารเพียงดวงจันทร์ดวงเดียวเท่านั้น เมื่อโลกหมุนรอบตัวเอง หมุนรอบดวงอาทิตย์ และเคลื่อนที่ไปกับดวงอาทิตย์ไปในอวกาศ ดวงจันทร์ก็หมุนไปรอบและเคลื่อนที่ติดตามโลกไป และหมุนรอบตัวเองด้วยในขณะเดียวกัน

เมื่อดูดวงจันทร์ ทุกคนคงจะเห็นว่าบนผิวของดวงจันทร์เป็นรูปร่างๆ ทั้งนี้ เพราะทุกส่วนของดวงจันทร์สะท้อนแสงได้ไม่เท่ากัน ส่วนที่เป็นหวสะท้อนแสงได้ดีจึงปรากฏว่ามืด มองดูคล้ายตาคนมีมดลงไป ส่วนที่เป็นภูเขาขึ้นออกมาสะท้อนแสงได้ดีจึงปรากฏคล้ายกับมีหน้าผาคนเป็นต้น ถ้าใช้กล้องโทรทรรศน์ส่องดู ก็จะปรากฏว่าผิวของดวงจันทร์ไม่เปลี่ยนแปลงไปเลย

ทั้งนี้ย่อมแสดงว่า ดวงจันทร์หมุนรอบตัวเองของมันเองเช่นโลก แต่มันหมุนช้ามากสิ้นเวลาประมาณ $29\frac{1}{3}$ วันจึงจะหมุนรอบตัวเองได้รอบหนึ่ง และหมุนรอบโลกได้หนึ่งรอบด้วย ส่วนโลกเราหมุนได้รอบตัวเองเพียงในเวลาไม่ถึง 24 ชั่วโมง ด้วยเหตุที่ดวงจันทร์หมุนรอบแกนของมันช้ามากนี้เอง จึงปรากฏว่ามันหันข้างเคียงมาสู่โลกเสมอ และด้านหนึ่งของมันจะได้รับแสงแดด



อยู่เกือบสองสัปดาห์ และอีกข้างหนึ่งมีอยู่เกือบสองสัปดาห์ นั่นคือ กลางวัน และกลางคืนบนดวงจันทร์จะยาวเกือบสิบสี่เท่าของกลางวันบนโลก ถ้าวันที่ได้รับแสงแดดก็จะร้อนจัดมาก ร้อนกว่าทะเลทรายสะหะรา และข้างที่มีตกจะเย็น และหนาวจัดมาก หนาวกว่าขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ ดังนั้นถ้าจะเกิดมีอากาศ และน้ำขึ้นบนดวงจันทร์ สัตว์และพืชก็จะมีชีวิตอยู่ไม่ได้

๑๔. ข้างขึ้นข้างแรม

ขณะที่ดวงจันทร์เคลื่อนไปตามทางโคจรของมัน ชักที่ได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ก็จะสว่าง และในขณะที่เคลื่อนออกซึ่งหันหน้าก็จะมืด ดังนั้นเมื่อมันเคลื่อนวนไปรอบโลก เราจึงมองเห็นดวงจันทร์เป็นรูปกลมสว่างเต็มดวงบ้าง แหว่งแวมบ้างบ้างน้อยบ้าง แล้วแต่มุมที่ส่วนสว่างมาซึ่งเรามากหรือน้อยเพียงไร ถ้าสังเกตแผนภาพซึ่งแสดงตำแหน่งของดวงจันทร์ 8 ตำแหน่งรอบโลกเป็นระยะห่างกันประมาณ 3-4 วัน ก็จะได้เห็นได้ทันทีว่าข้างขึ้นข้างแรมเกิดขึ้นได้อย่างไร

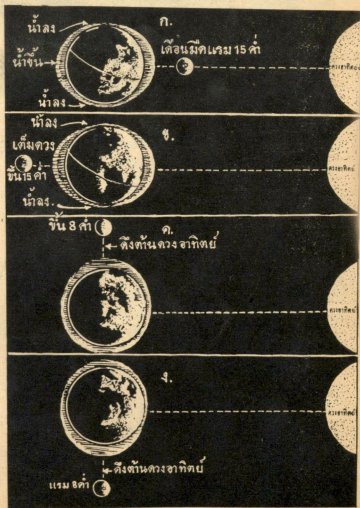
๑๕. อากาศของดวงจันทร์

เวลาพูดถึงน้ำขึ้นน้ำลง เราหมายถึงน้ำทะเลขึ้นลง ผู้ที่อยู่ชายทะเลหรืออยู่ใกล้ปากแม่น้ำย่อมเห็นน้ำขึ้นน้ำลงอยู่ทุกวัน ในวันหนึ่งๆ น้ำจะขึ้นลงสองครั้ง บางวันก็ขึ้นเลยชายหาดมาไกล บางวันก็ขึ้นมาเพียงเล็กน้อย ในเดือนหนึ่งน้ำจะขึ้นมากที่สุดสองครั้ง คือวันเพ็ญครั้งหนึ่งและวันข้างแรมเดือนมีคหมีคืออีกครั้งหนึ่ง

ตามชายทะเลบางแห่งน้ำขึ้นสูงมากถึง 36 ฟุต และบางแห่งน้ำขึ้นรวดเร็วมากจนแทบวิ่งหนีไม่ทัน และน้ำไหลเข้าสู่ฝั่งและปากอ่าวคล้ายคลื่นมโหฬาร แต่แทนที่จะไหลกลับและหาย ไปอย่างคลื่น มันจะอยู่นานๆ ตั้งชั่วโมงๆ ดังนั้นการออกเดินเรือในแถบที่มีน้ำขึ้นน้ำลงเช่นนี้ ก็ต้องกะเวลาให้เหมาะสมจะสะดวก เมื่อก่อนนี้เรือใหญ่ๆ ที่จะผ่านสันดอนเข้าหรือออกจากแม่น้ำเจ้าพระยา ก็ต้องคอยเวลาน้ำทะเลขึ้นสูง คือในวัน 15 ค่ำ ดังนั้นเพื่อจะให้เรือใหญ่ๆ เข้าออก ได้ถึงท่าเรือกรุงเทพเป็นนิจ เขาใช้เรือชุดสันดอนให้ลี้ลงไปอีกมาก แต่อย่างไรก็ตาม สันดอนต้นเขนขึ้นทุกวัน เพราะคลื่นถูกน้ำพาไปทับถมอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงต้องคอยขุดลอกสันดอนอยู่เสมอ เพื่อให้มีร่องลึก เรือผ่านเข้าออกได้ อนึ่ง กระแสน้ำขึ้นนอกจากมีประโยชน์ในการเดินเรือแล้ว ยังช่วยพัดหินกรวดทรายจากท่าเรือชายทะเลและช่วยรักษาให้อ่าวลึกอยู่เสมอด้วย

นอกจากประโยชน์เกี่ยวกับการเดินเรือแล้ว น้ำขึ้นน้ำลงยังมีประโยชน์อีกหลายอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับพวกที่อยู่ตามชายทะเล และมีอาชีพในทางจับปลาและสัตว์ทะเลซึ่งเขามาอาศัยอยู่ตามฝั่ง เมื่อน้ำขึ้นและเมื่อน้ำลดก็ออกไปไม่ทัน ชาวประมงจึงจับได้ง่าย

แรงที่ทำให้น้ำขึ้นน้ำลงนั้นก็เป็นแรงชนิดเดียวกับที่ทำให้อัตถุต่างๆ ตกสู่ผิวโลก ถึงแม้ว่าดวงจันทร์จะเบากว่าโลกถึง 80 เท่า ดวงจันทร์ก็ส่งแรงดึงดูดออกไปรอบๆ ตัวมันเช่นเดียวกับก้อนสสารทั้งหลาย และแรงดึงดูดนี้มากพอที่จะดึงให้หินบน



ผิวโลกยืดอกได้บ้าง แต่เรามองไม่เห็น น้ำเป็นของเหลวเปลี่ยนรูปร่าง
 สัณฐานได้ง่าย แรงดึงดูดของดวงจันทร์จึงทำให้น้ำ “ยืด” ออกได้มาก ดังนั้น
 จึงเกิดน้ำขึ้นน้ำลงปรากฏให้เราเห็นได้ชัด

น้ำในมหาสมุทรส่วนที่อยู่ใกล้ดวงจันทร์ที่สุดก็จะถูกดึงดูดดึงแรงที่สุด ดังนั้นมันจึงพุ่งยืดอก
 ไปหาดวงจันทร์ ขณะที่โลกหมุนรอบตัวเอง น้ำส่วนที่พุ่งยืดอกไปนั้นก็เคลื่อนตามไปด้วย ในวันแรม
 เดือนมืดและวันเพ็ญ ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และโลกแทบว่าอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ดวงอาทิตย์
 และดวงจันทร์ช่วยกันออกแรงดึงดูด น้ำจึงขึ้นมากที่สุด ถ้าโลก ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ไม่อยู่ใน
 เส้นตรงอันเดียวกัน ในขณะนั้นน้ำจะขึ้นน้อยที่สุด

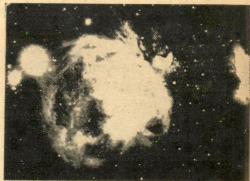
แบบฝึกหัดบทที่ 29 ข.

1. แสงของดวงจันทร์กับแสงของดวงอาทิตย์ต่างกันอย่างไร
2. ดวงจันทร์อยู่ห่างจากโลกเท่าใด และมีขนาดเท่าใด
3. เล่าให้ฟังโดยละเอียดว่าดวงจันทร์มีลักษณะเป็นอย่างไร
4. สิ่งมีชีวิตจะอยู่บนดวงจันทร์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
5. ดวงจันทร์เกิดขึ้นอย่างไร
6. จงเล่าว่าดวงจันทร์หมุนและเคลื่อนที่อย่างไรบ้าง
7. ดวงจันทร์หมุนรอบโลกได้ภายในกี่วัน และหมุนรอบดวงอาทิตย์ได้กี่วัน
8. ข้างขึ้นข้างแรมเกิดขึ้นได้อย่างไร
9. ในเวลาข้างขึ้นและข้างแรม ดวงจันทร์ได้รับแสงแดดจากดวงอาทิตย์เท่ากันหรือไม่เพราะเหตุใด
10. เราจะทดลองแสดงการเกิดข้างขึ้นข้างแรมได้อย่างไร
11. ดวงจันทร์ทำให้เกิดอะไรขึ้นบนโลกบ้าง
12. น้ำขึ้นน้ำลงเกิดขึ้นได้อย่างไร เมื่อไรเกิดมากที่สุด เพราะเหตุใด

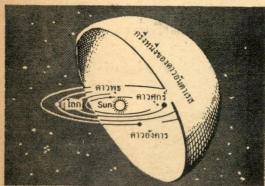
ดาวฤกษ์ ทางช้างเผือกและกาแล็กซี

๑. ดาวฤกษ์ (Fixed Stars) กลุ่มดาว (Constellations) และกระจุกดาว (Clusters)

ดวงดาวที่เรามองเห็นในท้องฟ้า นั้นส่วนใหญ่คือดาวฤกษ์หรือดาวประจำที่ (Fixed Stars) เพราะปรากฏคล้ายกับว่าอยู่กับที่ ไม่เปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ทุกคืนอย่างดาวเคราะห์หรือดาวจร (Planets หรือ Wanderers, Wander แปลว่า จร) ดาวฤกษ์มีแสงสว่างในตัวเองและปรากฏว่ามีแสงกระพริบระยิบระยับ ดวงอาทิตย์ของเราก็เป็น



เนบิวลาในกลุ่มดาวพญานาค



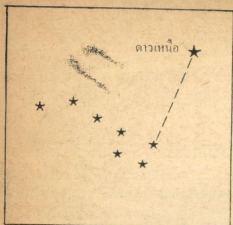
ดาวฤกษ์อันดราสเปรียบเทียบกับระบบสุริยะ

ดาวฤกษ์ดวงหนึ่งดังกล่าวแล้ว

กลุ่มดาว (Constellation) ดาวฤกษ์บางที่ก็อยู่เป็นกลุ่ม ปรากฏคล้ายกับว่าอยู่เป็นระเบียบประกอบกันเข้าเป็นรูปแน่นอน และเคลื่อนที่ไปด้วยกัน นักโหราศาสตร์หรือดาราศาสตร์โบราณจึงได้วาดภาพประกอบเข้าเป็นรูปต่างๆ และตั้งชื่อเป็นเทพเจ้าบ้าง สัตว์บ้างหรือเครื่องดนตรีบ้าง เช่น

กลุ่มดาวหมีใหญ่ (Ursa Major) และ กลุ่มดาวนายพราน (Orion)

กระจุกดาว (Star Cluster) ประกอบขึ้นด้วยดาวฤกษ์จำนวนมากเคลื่อนที่ไปด้วยกัน ในกระจุกหนึ่งๆ อาจมีกลุ่มดาวฤกษ์และดาวประกอบอีกเป็นจำนวนมาก เช่น กลุ่มดาวหมีใหญ่เป็นแต่เพียงส่วนหนึ่งของกระจุกดาวซึ่งมีดาวฤกษ์อื่นๆ อยู่อีกประมาณ 100 ดวง กระจุกดาวที่อยู่ใกล้ๆ บางกระจุกบางที่



ทางทิศใต้กว่าอีก 2 ดวง ในเดือนมีนาคม และเมษายนถ้าท้องฟ้าโปร่ง เราจะเห็น ดาวเหนือ (Polaris) ได้ชัดในตอนหัวค่ำ ค่ำ

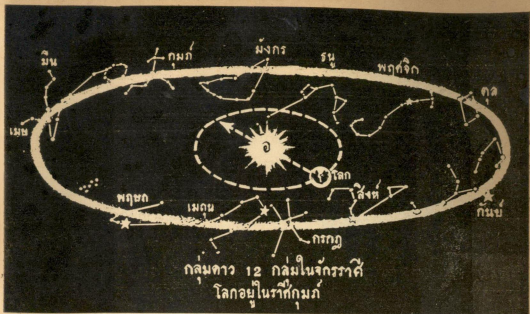
ในราวเดือนมิถุนายนและกรกฎาคม ถ้ามองไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้เราจะ เห็น ดาวที่ใหญ่ที่สุดชื่อแอนตาเรส (Anta-

res) ในกลุ่มดาวพญานาค (Scorpion) ดาวฤกษ์ดวงนี้โตกว่าดวงอาทิตย์ของเรา 390 เท่า มีกลุ่มดาวอีกสองกลุ่มที่ควรสนใจ และจะมองเห็นได้ชัดเจนระหว่าง เดือนมกราคมและพฤษภาคม เวลาประมาณ 3 ทุ่ม คือ กลุ่มดาวหมีเล็ก (Ursa Minor) และ กลุ่มดาวหมีใหญ่ (Ursa Major) กลุ่มดาวทั้งสองนี้มี ลักษณะคล้ายกระบวยตักน้ำ ดาวเหนืออยู่ปลายค้ำกระบวยในกลุ่มดาวหมีเล็ก และอยู่บนเส้นตรงลากตามแนวปากกระบวยของกลุ่มดาวหมีใหญ่ (สูตรกูเรียก กลุ่มดาวหมีใหญ่ว่า ดาวกระชี่ แต่รัชกาลที่หกพระราชทานชื่อว่า กระบวย (Dipper) หรือ ไถ (Plough) นักดาราศาสตร์ไทยบางท่านเรียกกลุ่มดาวซึ่งเป็นกระบี่และอยู่ส่วนกลางของกลุ่มดาว นกยูงว่า ดาวไถ ปลายกระบี่ของนกยูงขึ้นออกทิศใต้)

๔. กลุ่มดาวในจักรราศี (Zodiac)

นักดาราศาสตร์โบราณสังเกตเห็นกลุ่มดาวฤกษ์ 12 กลุ่มอยู่รายรอบดวงอาทิตย์เป็นระยะห่างประมาณเท่าๆ กัน กลุ่มดาวเหล่านี้ปรากฏว่าลัดกันขึ้น และตกพร้อมกับดวงอาทิตย์ เป็นระยะเวลาห่างกันประมาณ 30 วัน เขาจึงใช้ ตำแหน่งของมันเป็นตัวหับบอกฤดูและกำหนดเดือนของปี เขาให้ชื่อแก่กลุ่มดาว เหล่านี้ซึ่งเราคงใช้เป็นชื่อเดือนอยู่จนทุกวันนี้ กล่าวคือ มกรคม (Capricorn มังกร, มกร) อควาเรียนซ์ (Aquarius คนถือหม้อน้ำ, กุบัก) มีนาค (Pisces ปลา, มิน) เมษาน (Aries แกะ, เมษ) พฤษภาคม (Taurus ควาย, พฤษภ) มิถุนายน (Gemini ลูกแฝด, เมถุน) กรกฎาคม (Cancer ปู, กรกฎ) สิงหคม (Leo สิงห์) กันยาน (Virgo นางพญา, กันย) ตุลาคม (Libra ตราชู, ตุล) พฤษจิกายน (Scorpius แมลงป่อง, พฤษจิก) ธันวาคม (Sagittarius นกธนู, ธนู)

นักโหราศาสตร์เรียกกลุ่มดาวฤกษ์ 12 กลุ่มนี้ว่า จักรราศี เป็นต้นว่าระหว่างวันที่ 21 เมษายน ถึงวันที่ 20 เดือนพฤษภาคม ดวงอาทิตย์จะอยู่ในราศี พฤษภ กล่าวคือ กลุ่มดาวพฤษภจะขึ้นและ



ดกพร้อมกับดวงอาทิตย์ ดังนั้นในเวลากลางคืนเราจะไม่เห็นกลุ่มดาวพฤษภ แต่จะเห็นกลุ่มดาว พุกจิกและกลุ่มใกล้เคียงสองข้าง เราจะเริ่มเห็นกลุ่มดาวพฤษภ อยู่ทางทิศตะวันตกของกลุ่มดาว นกฟารานตอนหัวค่ำในราวเดือนมกราคม ตามนิยายกรีกมีว่า นกฟาราน (Orion) นั้นตามล่าควาย (Taurus) กลุ่มดาวพฤษภ จึงขึ้นให้เราเห็นก่อนและตกก่อนกลุ่มดาวนกฟารานเล็กน้อยในฤดูหนาว ในเดือนมกราคม

๕. ทางช้างเผือกและกาแล็กซี่

(1) ทางช้างเผือกและกาแล็กซี่ของเรา ในคืนอากาศโปร่งแจ่มใส เมื่อ มองขึ้นไปในท้องฟ้าเราจะเห็นแถบแสงรางๆ เป็นทางขาวคล้ายเมฆจางๆ อยู่สูง แถบแสงรางๆ นี้เราเรียกว่า ทางช้างเผือก (Milky Way = ทางน้ำนม) ซึ่งใน ระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคมจะเห็นอยู่เหนือศีรษะเราเป็นแถบกว้างได้ ชัดเจนมาก และในระหว่างเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคมมักจะเห็นเป็นแถบยาว เว้าๆ แหว่งๆ ได้ชัดอีกกระยะหนึ่ง ทางช้างเผือกประกอบขึ้นด้วยกลุ่มดาว กระจุกดาวและดาวฤกษ์นับเป็นล้านๆ ดวง

ที่จริงทางช้างเผือกที่เรามองเห็นก็เป็นแต่เพียงส่วนหนึ่งของกาแล็กซี่ของเรา ซึ่งมีระบบสุริยะ อยู่ด้วยนั่นเอง ระบบสุริยะอยู่ห่างจากศูนย์กลางหรือศูนย์กลางของกาแล็กซี่ ประมาณ 26,000 ปีแสง จะ อยู่ก่อนไปทางขอบลือ เมื่อโลกของเราอยู่ระหว่างดวงอาทิตย์กับศูนย์กลางของกาแล็กซี่ เราก็เห็น ทางช้างเผือกใหญ่และสว่างมาก เพราะเรามองไปทางศูนย์กลางของกาแล็กซี่ซึ่งมีดาวฤกษ์อยู่มากและ หนาแน่นกว่าเมื่อโลกเราอยู่อีกทางด้านหนึ่งของดวงอาทิตย์

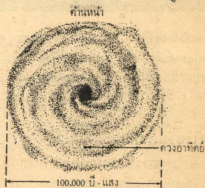


เมื่อมองดูศูนย์กลางของกาแล็กซี่ทางช้างเผือก

(2) กาแล็กซี่และเอกภพ กาแล็กซี่ของเรา เป็นเพียง ระบบ หนึ่งในจำนวน หลายร้อยล้านกาแล็กซี่ แต่ละกาแล็กซี่ก็เคลื่อนที่ไปในอวกาศตามวิถีโคจรของมัน กาแล็กซี่อยู่ห่างไกลกันมากและระหว่างกาแล็กซี่เป็นที่ยาวเปล่า กาแล็กซี่ทั้งมวลและที่ยาวเปล่าทั้งนั้นเองประกอบกันเข้าเป็น เอกภพ อันกว้างใหญ่ไพศาลเหลือที่จะประมาณ

กาแล็กซี่มี 3 ชนิดคือ ชนิดรูปก้นหอย

แบน (Flat Spiral) ชนิดวงกลม (Disc) และ ชนิดที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ (Irregular) กาแล็กซี่ขนาดใหญ่ ๆ ทั้งหลายเป็นแบบก้นหอย กาแล็กซี่ของเราก็เป็นแบบนี้ ถ้ามองดูด้านหน้าตรง ๆ จะเป็นรูปคล้ายก้นหอย ล้อหรือลานนาฬิกา มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 100,000 ปีแสง



ภาพแสดงทั้งของดวงอาทิตย์ ในกาแล็กซี่ทางช้างเผือก

และหนาประมาณ 10,000 ปีแสง แต่ถ้ามองดูข้าง ๆ จะเป็นรูปคล้ายล้อเกวียนหมุนรอบศูนย์กลางซึ่งโป่งออกมา และกว่าจะหมุนได้ครบรอบต้องเสียเวลาถึง 200 ล้านปี กาแล็กซี่ของเราประกอบด้วยผงธุลีและดาวฤกษ์นับเป็นหลายพันล้านดวง ดาวฤกษ์แต่ละดวง เช่นดวงอาทิตย์ของเราก็จะหมุนรอบตัวเองและรอบศูนย์กลางของกาแล็กซี่และต่างก็ประกอบขึ้นด้วยดาวเคราะห์และดวงจันทร์ดังที่กล่าวถึงมาแล้วในตอนต้น ๆ

กาแล็กซี่ที่อยู่ใกล้เรามากที่สุดก็มีรูปลักษณะแบบก้นหอยแบน และอยู่ห่างจากกาแล็กซี่ของเราประมาณ 2 ล้านปีแสง

แบบฝึกหัดบทที่ 30

1. จงเติมคำลงในช่องว่าง

- ก. เอกภพ (Universe) ของเรามีขนาดอาณาเขตกว้างใหญ่ไพศาล ประกอบด้วย.....
.....นับจำนวน.....ระบบ โคจรไปในอวกาศ ระหว่างแต่ละระบบเป็นทิว้าง
เปล่าและอยู่ห่างไกลกันมาก ระบบที่อยู่ใกล้สุดอยู่ห่างจากระบบของเรา.....
ปีแสง 1 ปีแสง =ไมล์ต่อวินาที
 - ข. ทางช้างเผือก (Milky Way) ของเราก็คือ.....ของเราซึ่งมีรูปคล้าย
.....แบน เมื่อมองดูตรงๆ จะมีรูปคล้าย.....เมื่อมองดูข้างๆ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง
กลางประมาณ.....ปีแสง และหนาประมาณ.....ปีแสง ระบบสุริยะอยู่
ห่างจากศูนย์กลางของ.....ของเรา 26,000 ปีแสง
 - ค. ดาวที่สุกใสที่สุดชื่อ.....อยู่ในกลุ่มดาว.....และมองเห็นได้ชัดราวๆ เดือน.....
 - ง. ดาวที่ใหญ่ที่สุดชื่อ.....อยู่ในกลุ่มดาว.....และมองเห็นชัดราวเดือน.....และ
โตประมาณ.....เท่าของดวงอาทิตย์
 - จ. ดาวเหนือ (Polaris) อยู่ในกลุ่มดาว.....มองเห็นชัดตอนหัวค่ำราวเดือน.....
2. จงบอกชื่อและเขียนรูปของกลุ่มดาว 2 กลุ่ม ที่มีดาวเหนือกลุ่มหนึ่ง และกลุ่มที่ซับซ้อนดาวเหนือ
อีกกลุ่มหนึ่ง
 3. ทางช้างเผือกคืออะไร เรามองเห็นชัดในราวเดือนอะไรบ้าง
 4. ดาวฤกษ์และดาวเคราะห์คืออะไร แตกต่างกันอย่างไร และทำไมบางทีเขาจึงเรียกดาวเคราะห์ว่า
ดาวจร (Wanderers) และดาวฤกษ์ว่าดาวประจำที่ (Fixed Stars)
 5. กลุ่มดาว (Constellation) และกระจุกดาว (Cluster) ต่างกันอย่างไร จงบอกชื่อกลุ่มดาว
มา 6 ชื่อ
 6. จักรราศีคืออะไร กลุ่มดาวในจักรราศี มีอะไรบ้าง ถ้าโลกเราอยู่ในราศีมังกร หมายความว่าดวง
อาทิตย์ขึ้นและตกพร้อมกับกลุ่มดาวอะไร และเราจะมองเห็นกลุ่มดาวนี้หรือไม่



พิมพ์ที่ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคล ไทยวัฒนาพานิช (แผนกการพิมพ์)
เลขที่ ๘๙๒ ถนนพระราม ๑ ปทุมวัน พระนคร
บุญทวี ต. สวรรณ ผู้พิมพ์ผู้โฆษณา ๒๕๐๕

แบบเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เลขคณิต — พีชคณิต	ขุนประสงค์จรรยา	6.00
เรขาคณิต	พระสันธิวิทยาพัฒน์	5.50
วิทยาศาสตร์	บุญถิ่น อัตถากร	8.00

พิมพ์จำหน่ายที่

ไทยวัฒนาพานิช 599 ไผ่ตรึงจิต พระนคร
และตามร้านจำหน่ายแบบเรียนทั่วไป



ใบอนุญาตให้ใช้แบบเรียน

ฉบับที่ ๑๒/๒๕๐๕

วันที่ ๕ เดือน เมษายน พ.ศ. ๒๕๐๕

หนังสือ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒

ของ นางบุญยืน อิศรางกูร

พิมพ์ครั้งที่ ๑ จำนวน ๒๐,๐๐๐ ฉบับ ใน พ.ศ. ๒๕๐๕

เจ้าหน้าที่ได้ตรวจแล้ว อนุญาตให้ใช้ในโรงเรียนได้

ปลัดกระทรวงศึกษาธิการ

(ใช้โดยเฉพาะในกรณีที่มีการแก้ไขและพิมพ์ใหม่แล้วไม่ส่งไปขอรับอนุญาตใหม่ฉบับใหม่หนังสือเรื่องอื่นที่มีได้รับอนุญาตเป็นอันขาด)