

แบบเรียน
วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ม.๓.๑

เทียบเรียนโดย

ประยงค์ พงษ์ทองเจริญ

ป.ม., B.Sc.(Hons), Dip.inEd. (Lond.).

บุญถิ่น อัตถากร

B.Sc. (Lond.), A.R.C.S.

500

๗361๗

กระทรวงศึกษาธิการ

อนุญาตให้ใช้เป็นแบบเรียนในโรงเรียนได้

4170

แบบเรียน

วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ม.๓.๑

พ.ร.ม. ๑๙๖๕

เรียบเรียงโดย

ประยงค์ พงษ์ทองเจริญ

ป.ม., B.Sc.(Hons), Dip.in Ed. (Lond.).

บุญถิ่น อัตถากร

B.Sc.(Lond.), A.R.C.S.

พิมพ์ครั้งที่

ห้าพันส่วนจำกัด อักษรเจริญทัศน์

195 สีราญราษฎร์ ถนนบำรุงเมือง พระนคร โทร. 24028

507

๗

6.-

พิมพ์ครั้งที่สอง พ.ศ. 2504

เลขห้อง

เลขหมู่

เลขทะเบียน

สงวนลิขสิทธิ์

พิมพ์ที่ ทางต้นส่วนจำกัด อักษรเจริญทัศน์ (แผนกกรพิมพ์)

๑๙๑ ลำทัญราษฎร์ ถนนบำรุงเมือง พระนคร โทร. ๒๔๐๒๘

เลขสุทัศน์ เทวอักษร ผู้พิมพ์และผู้นิพนธ์ ๒๕๐๔

คำนำ

หนังสือวิทยาศาสตร์สำหรับชั้น ม.ศ. 1 นี้ ผู้เรียบเรียงได้เขียนขึ้นตามหลักสูตรประโยคมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.ศ. 1-2-3) พุทธศักราช 2503 ของกระทรวงศึกษาธิการ ในการเรียบเรียงหนังสือเล่มนี้ ได้พยายามใช้คำให้ง่าย อ่านแล้วเข้าใจได้โดยสะดวก เมื่อจำเป็นต้องใช้คำศัพท์ใหม่ ๆ ก็ได้อธิบายความหมายของคำนั้นไว้อย่างชัดเจน และพิมพ์ด้วยตัวหนาให้สังเกตเห็นได้ถนัด นอกจากนี้ กฎเกณฑ์หรือสูตรที่สำคัญ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ก็พิมพ์ด้วยตัวหนาให้แตกต่างจากข้อความทั่วไป เพื่อให้นักเรียนจะได้สังเกต ทำความเข้าใจ จดจำ และนำไปใช้ในโอกาสต่อไป ผู้เรียบเรียงพยายามยกตัวอย่างที่นักเรียนประสบอยู่เสมอ ๆ เพื่อช่วยอธิบายให้มีความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ ที่จะต้องเรียน และได้พยายามชี้ให้เห็นถึงทฤษฎีและความคิดเห็นใหม่ ๆ ในทางวิทยาศาสตร์ แบบฝึกหัดท้ายบทในหนังสือเล่มนี้ ผู้เรียบเรียงได้ทำไว้เป็นสองแบบด้วยกัน แบบหนึ่งสำหรับทบทวนความจำ เพื่อให้นักเรียนสำรวจดูตนเองว่า จำเรื่องราวที่เรียนไปแล้วได้หรือยัง ถ้ายังจำไม่ได้ก็จะได้อ่านเสียใหม่ก่อนที่จะเรียนบทต่อไป อีกแบบหนึ่งสำหรับให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ตนเรียนมา อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ผู้เรียบเรียงใคร่ขอขอบพระคุณ อาจารย์สนั่น สุมิตร อธิบดีกรมอาชีวศึกษา ที่ได้กรุณาอ่าน ตรวจแก้ต้นฉบับ และให้คำแนะนำต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงหนังสือเล่มนี้ให้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้

เรียบเรียงขอขอบคุณอาจารย์สมพงษ์ ศิริเจริญ แผนกโสตทัศนศึกษา
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ที่ได้ช่วยจัดทำรูป และอาจารย์
ประเสริฐ วิทยารัฐ แผนกภูมิศาสตร์ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร
ที่ได้ช่วยให้คำแนะนำต่าง ๆ

ผู้เรียบเรียงหวังว่า หนังสือวิทยาศาสตร์เล่มนี้ คงจะอำนวยความสะดวก
แก่ผู้สอนและผู้เรียน ถ้าหากมีข้อบกพร่อง หรือมีปัญหาประการ
ใด หวังว่าคงกรุณาแจ้งให้ผู้เรียบเรียงทราบ ทั้งนี้จะได้ปรับปรุงหนังสือ
ให้เป็นประโยชน์แก่กุลบุตรกุลธิดาสืบไป

บุญถิ่น อัตถากร

ประยงค์ พงษ์ทองเจริญ

มีนาคม 2504

สารบัญ

บทที่ 1	ประวัติความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 1 หน้า 1
	ยุคแรกของวิทยาศาสตร์—ยุควิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติการ—วิทยาศาสตร์ในคริสต์ศตวรรษที่ 18
บทที่ 2	ประวัติความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 2 หน้า 13
	วิทยาศาสตร์ต้นคริสต์ศตวรรษที่ 19—สมัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์—วิทยาศาสตร์สมัยใหม่
บทที่ 3	สสารและพลังงาน หน้า 20
	สสาร—สถานะทั้งสามของสสาร—การเปลี่ยนแปลงของสสาร—พลังงาน—สารประกอบด้วยอะตอม—ธาตุและสารประกอบ—โมเลกุล—ของผสม—แบบฝึกหัด
บทที่ 4	สิ่งมีชีวิต หน้า 28
	ลักษณะของสิ่งมีชีวิต—ความแตกต่างระหว่างพืชและสัตว์—สิ่งที่มีชีวิตประกอบด้วยเซลล์—แบบฝึกหัด
บทที่ 5	การจัดจำพวกพืชและสัตว์ หน้า 34
	การจัดจำพวกพืชและสัตว์—อาณาจักรพืช—อาณาจักรสัตว์—แบบฝึกหัด
บทที่ 6	เปลือกโลก หน้า 45
	อายุของโลก—ส่วนประกอบของโลก—การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก—ภายในของโลกกับการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก—ภูเขาไฟ—น้ำพุร้อน—แผ่นดินไหว—การเปลี่ยนแปลงของผิวโลก—แบบฝึกหัด
บทที่ 7	ดิน หิน และแร่ หน้า 61
	ดิน—ส่วนผสมของดิน—การเปลี่ยนแปลงของผิวดิน—หิน—ชนิดของหิน—หินอัคนี—หินตะกอน—แร่—แบบฝึกหัด
บทที่ 8	น้ำ หน้า 71
	น้ำจำเป็นต่อชีวิต—น้ำอ่อนน้ำกระด้าง—น้ำดื่ม—การประปา—การกลั่น—คลอรีน—แบบฝึกหัด

บทที่ 9	น้ำ (ต่อ)	หน้า 79
	น้ำธรรมชาติ-น้ำฝน-น้ำท่า-น้ำทะเล-น้ำบาดาล-ส่วนประกอบ ของน้ำ-น้ำใช้-ประโยชน์ของน้ำ-แบบฝึกหัด	
บทที่ 10	อากาศ	หน้า 88
	อากาศเป็นสสาร-บรรยากาศ-เหตุที่โลกมีบรรยากาศ-สมบัติ ของอากาศ-แบบฝึกหัด	
บทที่ 11	อากาศ (ต่อ)	หน้า 93
	อากาศเป็นของผสม-ปฏิกิริยาทางเคมีของออกซิเจนในอากาศ- ไนโตรเจน-ส่วนผสมของอากาศ-คุณสมบัติของอากาศ- แบบฝึกหัด	
บทที่ 12	พลังงานจากดวงอาทิตย์	หน้า 101
	ขนาดและระยะห่างของดวงอาทิตย์-การเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์- พลังงานจากดวงอาทิตย์-ชนิดของพลังงาน - การเปลี่ยนรูป ของพลังงาน-แบบฝึกหัด	
บทที่ 13	แม่เหล็ก	หน้า 109
	แม่เหล็กธรรมชาติ - สมบัติของแม่เหล็ก - แรงแม่เหล็ก - การคำนวณอย่างง่าย เกี่ยวกับ แรงแม่เหล็ก - ความเข้มของ สนามแม่เหล็ก-แบบฝึกหัด	
บทที่ 14	แม่เหล็ก (ต่อ)	หน้า 121
	สนามแม่เหล็กโลก-หม้อแปลง-มอเตอร์-สารแม่เหล็ก-วิธี ทำแม่เหล็กประดิษฐ์-การทำให้หมดอำนาจแม่เหล็ก-ทฤษฎี โมเลกุลแม่เหล็ก-แม่เหล็กไฟฟ้า-ประโยชน์ของแม่เหล็ก- แบบฝึกหัด	
บทที่ 15	ไฟฟ้าในบรรยากาศ	หน้า 137
	ประจุไฟฟ้า-ประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบ-การคำนวณ แรงระหว่างประจุไฟฟ้าอย่างง่าย-สนามไฟฟ้า - โครงสร้าง ของอะตอม-การประจุโดยการเสียดสี-สื่อและฉนวนไฟฟ้า- ไฟฟ้าในบรรยากาศ-ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และฟ้าผ่า-สายล่อฟ้า- แบบฝึกหัด	

บทที่ 16	ความหนาแน่น	หน้า 150
	สมบัติของสาร—ความหนาแน่น—แบบฝึกหัด	
บทที่ 17	กฎของอาร์คิมิดีส	หน้า 155
	กฎของอาร์คิมิดีส—การทดลองเพื่อพิสูจน์กฎของอาร์คิมิดีส— วัตถุที่ลอยในของเหลว — โจทย์เกี่ยวกับการใช้กฎของอาร์คิ- มิดีส—แบบฝึกหัด	
บทที่ 18	ความถ่วงจำเพาะ	หน้า 162
	ความถ่วงจำเพาะ—ความถ่วงจำเพาะของของแข็งที่หนักกว่า น้ำ—ความถ่วง จำเพาะของของแข็ง ที่เบากว่าน้ำ—ความถ่วง จำเพาะของของเหลว—แบบฝึกหัด	
บทที่ 19	จุดศูนย์กลางของความถ่วง	หน้า 171
	วิธีหาจุดศูนย์กลางของความถ่วง—ความเสถียร—แบบฝึกหัด	
บทที่ 20	การสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติ	หน้า 176
	ทรัพยากรธรรมชาติที่หมุนเวียนและที่สิ้นเปลือง — การสงวน รักษาดิน—การสงวนรักษาน้ำ—แบบฝึกหัด	
บทที่ 21	การสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติ (ต่อ)	หน้า 187
	การสงวนรักษาโลหะสำคัญ—การสงวนรักษาเชื้อเพลิง— แบบฝึกหัด	
บทที่ 22	การสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติ (ต่อ)	หน้า 194
	การสงวนรักษาน้ำไม้—ศัตรูของต้นไม้—ไฟเป็นศัตรูสำคัญของ ต้นไม้—การสงวนรักษาสัตว์—การสงวนรักษาสัตว์ป่า—สมดุลย์ ธรรมชาติ—แบบฝึกหัด	

๘ บทที่ 1

ประวัติความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 1

1. ยุคแรกของวิทยาศาสตร์

(ตั้งแต่สมัยโบราณถึง ค.ศ. 1500)

ในสมัยโบราณ มนุษย์รู้จักก่อไฟ แะสลัก บันทึบ สาน ตะกร้า ต่อเรือ ล่าสัตว์ และทำการเพาะปลูก แต่มนุษย์สมัยนั้นขาดวิธีการของวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ไม่มีการบันทึกวิธีการ หรือความรู้ไว้ให้คนรุ่นหลังได้เล่าเรียน โดยเหตุนี้เราจึงมักถือว่า ยุคแรกของวิทยาศาสตร์เริ่มต้นในประเทศอียิปต์ (Egypt) และประเทศเมโสโปเตเมีย (Mesopotamia) เมื่อประมาณ 5 หรือ 6 พันปีมาแล้ว เพราะในค่อนนั้นชาวอียิปต์และชาวเมโสโปเตเมียเริ่มทำการสังเกตและบันทึกผลของการสังเกตไว้เป็นหลักฐานให้คนรุ่นหลังได้เรียนสังเกตที่มนุษย์ในสมัยนั้นทำการสังเกต ก็คือดวงดาวบนท้องฟ้า เมื่อประมาณ 3000 ปีก่อนคริสตกาล ชาวซูเมอร์เรียน (Sumerians) ในประเทศเมโสโปเตเมีย ได้จัดดวงดาวเข้าไว้เป็นกลุ่มดาว (constellation) และชาวอียิปต์รู้จักทำปฏิทิน และบอกเวลาโดยอาศัยตำแหน่งของดวงดาว เมื่อประมาณ 1500 ปีก่อนคริสตกาล ชาวอียิปต์รู้จักใช้นาฬิกาแดดบอกเวลา โดยสังเกตดูความยาวของเงาของหลักไม้ที่ปักไว้กลางแจ้ง นอกจากนั้นยังรู้จักทำนาฬิกาทรายใช้นาฬิกาของชาวอียิปต์ก็คือถังนาธรรมดานเอง แต่ทำข้างถึงตอนล่างมีรูเจาะเอาไว้ให้น้ำไหลออกมาได้ และบอกเวลาโดยสังเกตระดับของน้ำที่เหลอออยู่ในถัง

ชาวอียิปต์และชาวอัสซีเรียน (Assyrians) ในประเทศเมโสโปเตเมีย รู้จักใช้เครื่องชั่ง รู้จักทำค้อนนาหนัก รู้จักทำเหมืองแร่ นอกจากนี้ยังรู้จักทำแก้ว และคนในสมัยนั้นยังได้เล่าเรียนเกี่ยวกับการรักษาโรค



ประมาณ 600 ปีก่อนคริสตกาล พลเมืองในเอเชียไมเนอร์ (Asia Minor) และในประเทศกรีซ (Greece) นาฬิกาแดด และนาฬิกาน้ำ ของชาวอียิปต์โบราณเริ่มศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อสนองความสนใจในการศึกษามากกว่าเพื่อเอาประโยชน์ อะริสโตเติล (Aristotle) เชื่อว่าทุกสิ่งทุกอย่างบนโลก เกิดจากธาตุหลักเพียง 4 อย่างเท่านั้น คือ ดิน น้ำ ลม และไฟ แต่การที่สิ่งของต่างๆ มีลักษณะไม่เหมือนกัน ก็เพราะว่ามันมีอัตราส่วนผสมของธาตุทั้งสี่ไม่เท่ากัน นอกจากธาตุทั้งสี่บนโลกแล้ว อะริสโตเติลยังเชื่อว่า ดวงดาวบนท้องฟ้าเกิดจากธาตุหลักอีกธาตุหนึ่งต่างหาก อะริสโตเติลได้แสดงความคิดเห็นในเรื่องต่างๆ ไว้มากเป็นต้นว่า วิถีโคจรของดวงดาวเป็นวงกลม วัตถุที่หนักกว่าจะตกลงถึงพื้นโลกก่อนวัตถุที่เบา เมื่อปล่อยจากที่สูงเท่ากัน ความเห็นของอะริสโตเติลเป็นที่เชื่อถือของคนทั่วไปในสมัยนั้นมาก เขาเป็นคนมีลูกศิษย์และมกนับหนาต่อมาก แม้ความเชื่อของอะริสโตเติลจะเป็นความเชื่อที่ผิด แต่ก็เป็นการยากที่นักวิทยาศาสตร์รุ่นหลังต่อมา

จะชักชวนให้ผู้คนเล็กเชื่อตามอะริสโตเติลเสียได้ แม้ว่าในเรื่องอื่นๆ อะริสโตเติลจะเชื่ออย่างผิดๆ แต่เขาเป็นนักชีววิทยาที่สามารถมาก เขาเป็นคนแรกที่รู้จักทำการผ่าตัด และทำการสังเกตอวัยวะภายในของสัตว์ เขาแบ่งสัตว์ออกเป็นหมู่เป็นพวก ตามความเหมือนและความแตกต่างของมัน นักชีววิทยาปัจจุบันก็แบ่งสัตว์ทำนองนี้ แม้ว่าความเห็นของอะริสโตเติลจะผิดพลาดไปบ้างในบางเรื่อง แต่ก็ต้องยอมรับว่าเขาเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ยิ่งใหญ่ในสมัยนั้น

ชาวกรีกเชื่อว่าโลกเป็นศูนย์กลางของเอกภพ (universe) และดวงดาวทั้งหลายหมุนรอบโลก ชาวกรีกสามารถวัดเส้นรอบวงของโลกได้ โดยอาศัยสังเกตเงาของหลักไม้กับดวงอาทิตย์ เส้นรอบวงที่วัดได้มีค่าประมาณ 24,000 ไมล์ นอกจากนี้ พวกกรีกยังสามารถคำนวณขนาดและระยะเปรียบเทียบระหว่างดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์

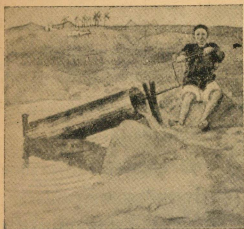
และโลก และทราบว่าดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่กว่าโลก และดวงจันทร์ และอยู่ห่างจากโลกมาก

หลังจากที่ประเทศกรีซถูกพวกมาซิโดเนียน (Macedonians) รุกราน ศูนย์กลางของความเจริญได้ย้ายจากกรุงเอเธนส์ (Athens) ไปอยู่ที่กรุงอเล็กซานเดรีย (Alexandria) นักวิทยาศาสตร์คนสำคัญในระบายนี้นี้คือ อารคิเมดีส (Archimedes) ซึ่งมี



อะริสโตเติลเป็นนักชีววิทยาที่สามารถ

ชีวิตในปี 287—212 ก่อนคริสตกาล อาร์คิมิดีสเป็นทั้งนักวิทยาศาสตร์และนักคำนวณ เขาเป็นผู้ให้กำเนิดวิชาสถิตยศาสตร์ (Hydrostatics) วิชา



สกรูแบบอาร์คิมิดีส

ว่าด้วยของเหลวที่อยู่นิ่งได้ เป็นผู้ริบบาทหลักของคณิตศาสตร์ เขาเป็นผู้ประดิษฐ์สกรูแบบอาร์คิมิดีส (Archimedian screw) ซึ่งใช้สำหรับสูบน้ำ

ในสมัย 200 ปีก่อนคริสตกาล นักวิทยาศาสตร์มีความสนใจในเรื่องก๊าซมาก

ไฟโล (Philo) แห่งเมืองไบแซนติอุม (Byzantium) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับก๊าซ และการขยายตัวของก๊าซเมื่อได้รับความร้อน ฮีโร (Hero) แห่งเมืองอเล็กซานเดรีย ก็ได้ศึกษาเกี่ยวกับก๊าซมาก และได้ประดิษฐ์เครื่องเล่นกลไว้หลายอย่าง เขาสามารถทำประตูปิดเปิดเองได้ เมื่อจุดไฟในเตาไฟ ความร้อนจะทำให้อากาศในภาชนะซึ่งอยู่ใต้เตาไฟขยายตัว และดันน้ำในภาชนะนั้นให้ไหลลงถึงน้ำ เมื่อน้ำถึงมากจะหนักและเคลอนลง เชือกที่ผูกอยู่กับถังจะดึงให้ประตูปิดได้เอง นอกจากนั้นฮีโรยังเป็นผู้ประดิษฐ์เครื่องจักรไอน้ำเป็นคนแรก หม้อน้ำของฮีโรเป็นรูปทรงกลม เมื่อน้ำเดือดเป็นไอ ไอจะพุ่งออกทางท่อเล็ก ๆ ซึ่งติดอยู่กับหม้อน้ำ ท่อเล็กนั้นเขาทำปลายให้โค้ง เมื่อไอน้ำพุ่งออก ปฏิกิริยาจะทำให้หม้อน้ำหมุนได้รอบแกนของมัน เครื่องจักรนี้ฮีโรไม่ได้คิดเอาไปทำประโยชน์อะไร นอกจากเป็นของเล่น เพิ่งมีผู้คิดดัดแปลงเอาไปใช้ทำประโยชน์ในคริสต์ศตวรรษที่ 16 นี้เอง



ประตูลงของฮิโร

ดูดวงแหวนเหล็กได้ และวงแหวนเหล็กนั้นจะดูดวงแหวนเหล็กวงต่อไปได้ เป็นเช่นนเรอโยไปจนเป็นลูกโซ่ พวกกรีกและโรมันเชื่อว่าอำนาจแม่เหล็กเป็นอำนาจลึกลับอย่างหนึ่ง

ประมาณ ค.ศ. 100 ชาวกรีกหันมาสนใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนธาตุไม่มีราคาให้เป็นธาตุมีราคา เช่นทำตะกั่วให้เป็นทอง เป็นต้น นักเล่นแร่แปรธาตุหรือนักกระสาณเวทย์ (alchemist) รู้จักวิธีกลั่นและกลั่นนาหอม และกลั่นอัลโกฮอลจากเหล้าได้

ในเรื่องเกี่ยวกับไฟฟ้า พวกกรีกและโรมัน (Roman) ทราบว่า เมื่อเอาอำพันมาถูกับผ้าไหม มันจะสามารถดูดกระดาษชิ้นเล็กๆได้ และในเรื่องแม่เหล็ก ทราบว่า หินสีดำชนิดหนึ่ง มีอำนาจดึงดูดชิ้นเหล็กได้ เช่นดั่งออกุสติน แห่งฮิโป (St. Augustine of Hippo) ได้กล่าวถึงเรื่อง การเหนี่ยวนำแม่เหล็กว่า หินสีดำสามารถ



เครื่องจักรไอน้ำของฮิโร



เซนต์ ออกุสติน พบการเห็นขงน้าแม่เหล็ก

ในด้านการแพทย์ ก็รู้จักปรุง
ยารักษาโรคบางชนิด รู้จัก
เข้าเผือก ผ่าฝ และรู้ว่าอวัยวะ
ต่าง ๆ ของร่างกาย ทำหน้าที่
อะไร

วิทยาศาสตร์ในสมัยแรก
นี้ เริ่มเปลี่ยนวิธีการจากการ
แสดงความคิดเห็น ใช้ความ
สังเกต มาเป็นการทดลองใน
ตอนปลายของสมัย ในยุค
ต่อไป วิธีการ ศึกษา วิทยา-
ศาสตร์ จึงเป็นการทดลอง
เสียเป็นส่วนใหญ่

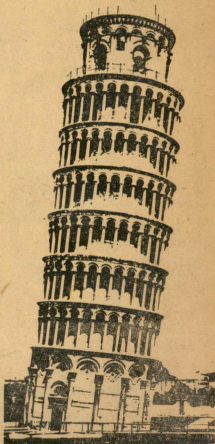


นักกระสาณเวทย์

2. ยุควิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติการ (ค.ศ. 1500—1700)

ในยุคนั้น มนุษย์เชื่อการสังเกตพิจารณาของตนเอง และเชื่อในความรู้ที่ได้จากการทดลอง นักวิทยาศาสตร์เยอรมันทำแผนที่ของดวงดาวบนท้องฟ้า และพิมพ์ออกเผยแพร่ และในตอนนั้นเริ่มมีการพิมพ์แล้ว ความคิดเห็นและการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์จึงเป็นทราบทั่วไป ใน ค.ศ. 1543 คอเปอร์นิคัส (Copernicus) ได้เสนอทฤษฎีว่า ดวงอาทิตย์อยู่กับที่ ดาวเคราะห์ต่าง ๆ รวมทั้งโลก หมุนรอบดวงอาทิตย์ ส่วนดวงจันทร์หมุนรอบโลก

นักวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นผู้ให้กำเนิดวิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติ การอย่างแท้จริง คือ กาลิเลโอ กาลิเลอี (Galileo Galilei) กาลิเลโอ ทำการทดลองเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ หลายเรื่องด้วยกัน เป็นต้นว่า ทดลองปล่อยวัตถุซึ่งมีน้ำหนักต่างกัน จากยอดหอเอนที่เมืองปิซา (Pisa) แสดงให้เห็นว่าน้ำหนักถ่วงพ่วงพร้อมกัน กาลิเลโอ ทดลองซึ่งแสดงให้เห็นว่าอากาศสม่ำเสมอหนัก ทอริเซลลี (Torricelli) ซึ่งเบนลูกศิษย์ของกาลิเลโอ ก็ได้ทำการทดลองในเรื่องนี้ด้วย ประมาณปี ค.ศ. 1650 ออตโต โฟน เกรวิกเก (Otto von Guericke) ได้ประ



หอเอนที่เมืองปิซา

ดุษฎีเครื่องสูบอากาศ และแสดงให้เห็นว่าอากาศมีความกดดัน เขาเอาลูกกลมกลวงทองเหลืองสองซีกมาประกบกันสนิท เมื่อสูบเอาอากาศภายในออกหมดแล้ว เขาใช้ไม้ดิ่งให้ทองเหลืองทั้งสองซีกแยกออกจากกันข้างละ 8 ตัว ก็ยังไม่สามารถทำให้มันหลุดออกจากกันได้

นอกจากที่กล่าวมาแล้ว กาลิเลโอเป็นคนแรกที่ประดิษฐ์เทอร์โมมิเตอร์ โดยอาศัยการขยายตัวของอากาศเมื่อได้รับความร้อน ต่อมาในปี ค.ศ. 1643 จึงมีผู้ประดิษฐ์เทอร์โมมิเตอร์อย่างที่เรารู้จัก

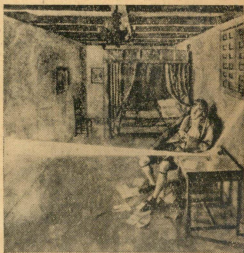


ออกโต ฟอน เกริกเก แสดงให้เห็นว่าอากาศมีความกดดัน

ทุกวันนี้ กาลิเลโอเป็นคนแรกที่ประดิษฐ์กล้องโทรทรรศน์สำหรับใช้ดูดาว เขาพบว่าดวงจันทร์มีผิวขรุขระ กาลิเลโอพบดวงจันทร์ที่ใหญ่ 4 ดวงของดาวพระพฤหัสบดี

เคปเลอร์ (Kepler) ซึ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์สำคัญผู้หนึ่ง เชื่อว่าดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ และวิถีโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี เคปเลอร์สามารถทำนายตำแหน่งของดาวเคราะห์ได้แม่นยำมาก ความเห็นของเคปเลอร์นี้ได้รับการสนับสนุนจาก เซอร์ ไอแซค นิวตัน (Sir Isaac Newton) นักวิทยาศาสตร์ที่ยิ่งใหญ่ในยุคนั้น นิวตันเป็นทั้งนักวิทยาศาสตร์ และนักคำนวณ เขาสามารถแยกแสงของดวงอาทิตย์ออกเป็นแถบสีต่าง ๆ โดยอาศัยปริซึม (prism) ค้นพบทฤษฎีกำลังสอง (binomial theorem) วิชาคณิตศาสตร์ชั้นสูง (calculus) ทฤษฎีการดูดซับระหว่างวัตถุ นอกจากนั้นนิวตันเชื่อว่าแสงเป็นอนุภาค แต่ในระยะหลังต่อมา นักวิทยาศาสตร์ลงความเห็นว่า แสงเป็นคลื่น ในปัจจุบันนี้ เราเชื่อว่าแสงมีสมบัติเป็นได้ทั้งคลื่นและทั้งอนุภาค

ในสมัยนั้นการประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์ขึ้นมาใช้แล้ว จึงได้มีการค้นพบเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับอวัยวะภายในของแมลง และเซลล์จุลินทรีย์ทั้งหลาย

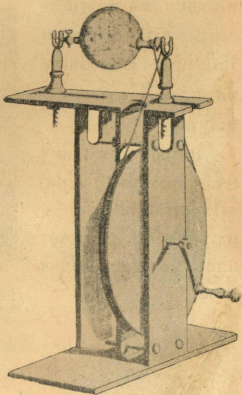


นิวตันใช้ปริซึมแยกแสง

3. วิทยาศาสตร์ในคริสต์ศตวรรษที่ 18

ในเรื่องเกี่ยวกับแม่เหล็ก มีผู้ไข้เพิ่มเติมทศช่วยในการเดินเรือ มาตั้งแต่ประมาณ ค.ศ. 1200 เมื่อทศจะข้ในแนวเกือบเป็นแนวเดียวกับแนวเหนือ-ใต้ทางภูมิศาสตร์ ต่อมาผู้พบว่า ถ้าให้เข็มทศหมุนได้รอบตัวในแนวตั้ง มันจะข้เอียง ๆ ลงสู่พื้นดิน นายแพทย์กิลเบต (Gilbert) ได้แสดงให้เห็นว่าโลกเป็นแม่เหล็ก ในเรื่องเกี่ยวกับไฟฟ้า ฮอคสบี (Hauksbee) ชาวอังกฤษสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขึ้นในปี ค.ศ. 1709 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าของเขาเป็นลูกกลมแก้วมีเครื่องหมุนลูกแก้วให้ข้ดส้กับผ้าขนสัตว์ ต่อมาทราบกันว่าไฟฟ้าสามารถเคลื่อนที่ผ่านโลหะไปได้ไกล ๆ และรวดเร็ว ประมาณปี

ค.ศ. 1750 เบนจามิน แฟรงคลิน (Benjamin Franklin) เสนอว่าไฟฟ้าเป็นของไหลชนิดหนึ่ง และได้แสดงให้เห็นว่า ไฟแลบนั้นจริงก็คือ ประกายไฟฟ้านั่นเอง แฟรงคลินทำการทดลองโดยชักว่าวขึ้นไป ท่หัวว่าวมีโลหะติดอยู่ เขาเอากุญแจผูกติดกับสายว่าว เมื่อฝนตกสายว่าวจะเบ้ก และ กลาย เป็น ส ่อ ไฟ ไฟาเมื่อเขา เอามือเข้าไปใกล้กุญแจ จะเกิดประกายไฟฟ้านั้น การค้นพบของแฟรงคลิน ทำให้มีการประดิษฐ์สายล่อฟ้า สำหรับป้องกันฟ้าผ่าอาคาร



เครื่องกำเนิดไฟฟ้าของฮอคสบี

ความก้าวหน้าที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ การศึกษาเรื่องก๊าซ
ประมาณ ค.ศ. 1660 โรเบิร์ต บอยล์ (Robert Boyle) พบว่าก๊าซ
ชนิดหนึ่งในอากาศช่วยให้ไฟติด และ โรเบิร์ต เมโยว์ (Robert
Mayow) พบว่า สิ่งมีชีวิตต้องการก๊าซชนิดนี้จากอากาศสำหรับหายใจ
ก๊าซชนิดนี้คือออกซิเจนนั่นเอง ก๊าซออกซิเจน คาร์ล วิลเฮล์ม
ชีล (Carl Wilhelm Scheele) และ โจเซฟ ปริสต์ลีย์ (Joseph
Priestley) ค้นพบเมื่อประมาณ ค.ศ. 1730 ต่อมาอีก 2 ปี แดเนียล
รัทเธอร์ฟอร์ด (Daniel Rutherford) พบก๊าซไนโตรเจน



การทดลองเรื่องไฟฟ้าในอากาศของ เบนจามิน แฟรงคลิน

ลาวัซซีเอร์ (Lavoisier) นักวิทยาศาสตร์ฝรั่งเศสพบว่า อากาศมีก๊าซออกซิเจน และไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบ ลาวัซซีเอร์เชื่อว่า ธาตุเป็นสารที่แยกต่อไปไม่ได้อีกแล้ว และได้เขียนรายชื่อธาตุขึ้นมาประมาณ 25 ธาตุ พร้อมทั้งชี้ให้เห็นว่าสารต่างๆ เกิดจากการรวมตัวกันของธาตุทั้งสี่ ลาวัซซีเอร์ยังได้แสดงให้เห็นว่า น้ำเป็นสารประกอบของก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจน

นักเคมีในสมัยนี้ได้ปลงความเชื่อของนักกระสาขณเวทย์ และได้วางรากฐานวิชาเคมีไว้มั่นคง สำหรับนักเคมีสมัยหลังจะได้ทำการค้นคว้าต่อไปโดยดุษฎี

บทที่ 2

ประวัติความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2

ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ตอนที่ 1 ที่กล่าวมาแล้วในบทแรก เป็นการวางรากฐานของการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง กล่าวคือ ต้องอาศัยการทดลอง การสังเกต และอาศัยเหตุผล การศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเป็นเหตุให้วิชาวิทยาศาสตร์ในตอนท 2 นี้ ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว และละเอียดกว้างขวาง ยากที่จะนำมากล่าวไว้ทั้งหมดในที่นี้ จึงจะกล่าวแต่เพียงความก้าวหน้าที่สำคัญ ๆ เท่านั้น

4. วิทยาศาสตร์ต้นคริสต์ศตวรรษที่ 19

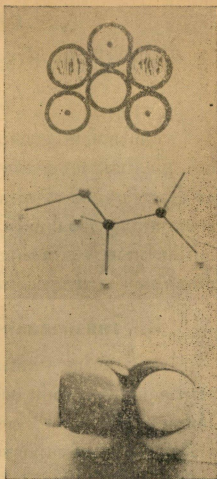
ในยุคนี้ นักวิทยาศาสตร์พยายามศึกษาหาความเข้าใจเกี่ยวกับสรรพวัตถุทั้งหลาย จอห์น ดอลตัน (John Dalton) ชาวอังกฤษ ได้ตั้งทฤษฎีอะตอมขึ้นมา มีใจความสำคัญว่า วัตถุทั้งหลายประกอบด้วยอะตอม อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันจะเหมือนกัน อะตอมของธาตุต่างชนิดกันจะต่างกัน สารประกอบประกอบด้วยอนุภาคชนิดเดียวกัน คือ โมเลกุล โมเลกุลของสารประกอบ ประกอบด้วยอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ โดยมีอัตราส่วนแน่นอนตายตัว ดอลตันเป็นคนแรกที่ตั้งสูตรเคมีขึ้น สูตรเคมีสมัยนี้เป็นรูปแทนที่จะเป็นตัวอักษรอย่างในปัจจุบัน

ในเรื่องเกี่ยวกับแสง เดิมเชื่อกันตามนิวตันว่า แสงเป็นอนุภาค เมื่อประมาณ ค.ศ. 1800 โทมัส ยัง (Thomas Young) พบปรากฏการณ์ทชให้เห็นว่า แสงเป็นคลื่น

การค้นคว้าที่สำคัญยิ่งในยุคนั้น คือการประดิษฐ์แบตเตอรี่ไฟฟ้า ในปี ค.ศ. 1786 ลุยจิ กัลวานี (Luigi Galvani) ชาวอิตาลีพบว่ามีโลหะสองชนิดมาต่อกัน และปลายข้างที่เหลือไปแตะกับขากบ ขากบจะกระตุกได้ อะเลสซานโดร โวลตา (Alessandro Volta) ได้ทำการค้นคว้าต่อจากกัลวานี และในปี ค.ศ. 1799 ได้ทำแบตเตอรี่โวลแตอิก (Voltaic Battery) สำเร็จ เมื่อมีแบตเตอรี่ไฟฟ้าแล้ว ก็มีการค้นพบผลของกระแสไฟฟ้าหลายอย่างด้วยกัน เช่น การแยกสารประกอบออกเป็นธาตุด้วยกระแสไฟฟ้า การใช้ไฟฟ้าทำให้เกิดแสงสว่าง โดยทำให้เกิดอาร์คไฟฟ้า (electric arc) ขึ้น

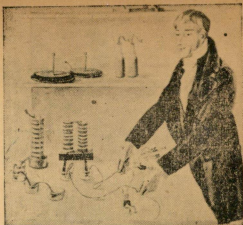
การค้นพบผลของกระแสไฟฟ้าที่สำคัญมาก คือ ความเกี่ยวข้องระหว่างไฟฟ้า กับ แม่เหล็ก

ในปี ค.ศ. 1820 จอห์น คริสเตียน เออร์สเตด (John Christian Oersted) พบว่า กระแสไฟฟ้าในเส้นลวดทำให้เข็มทิศหันได้

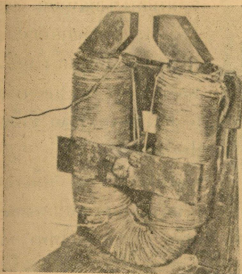


สูตรเคมีของคอลตัน
ภาพบนเป็นสูตรของอัลโกซอล
ภาพกลางแสดงการเกาะกันของอะตอมของคาร์บอน และไฮโดรเจนในโมเลกุลของอัลโกซอล
ภาพล่างแสดงการเปรียบเทียบขนาดของอะตอมของคาร์บอน และไฮโดรเจนในโมเลกุลของอัลโกซอล

อีกห้าปีต่อมา วิลเลียม สเตอร์เจียน (William Sturgeon) ได้สร้างแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมาเป็นครั้งแรก ต่อมา ไมเคิล ฟาราเดย์ (Michael Faraday) สร้างแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมาบ้าง และได้ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าของเขาทดลองค้นพบสิ่งต่างๆ มากมายด้วยกัน

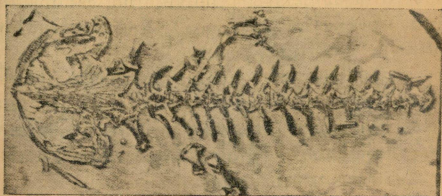


อะเลสซานโดรโวลตากับแบตเตอรี่โวลตาอิก



แม่เหล็กไฟฟ้าของฟาราเดย์

ในยุคนั้นนักวิทยาศาสตร์เริ่มหันไปสนใจว่าโลกในสมัยดึกดำบรรพ์เป็นอย่างไร จึงได้มีการศึกษาฟอสซิล (Fossil) ซึ่งเป็นหิน มีรูปร่างโครงกระดูกหรือกระดูกสัตว์พิมพ์ติดอยู่ การศึกษาเกี่ยวกับฟอสซิลช่วยให้เข้าใจสภาพของโลกสมัยนั้น และวิวัฒนาการของชีวิตดึกดำบรรพ์



ฟอสซิล

5. สมัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์

(ค.ศ. 1830—1900)



ในยุคนั้น นักวิทยาศาสตร์ทราบถึงความร้อน แสง เสียง การเปลี่ยนแปลงทางเคมี แม่เหล็กไฟฟ้า และการเคลื่อนไหวเป็นพลังงานเหมือนกัน เพียงแต่มีรูปต่างๆ กันเท่านั้น นักวิทยาศาสตร์ จึงพยายามหาวิธีเปลี่ยนพลังงานรูปหนึ่งให้เป็นพลังงานอีกรูปหนึ่ง และหาวิธีเอาพลังงานเหล่านั้นมาใช้เป็นประโยชน์

ฟาราเดย์พบว่า เมื่อเอาเส้นลวดโลหะตัดเส้นแรงแม่เหล็ก จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในเส้นลวด หรือเมื่อให้เส้นลวดหรือขดลวดอยู่ใกล้กับแม่เหล็กเคลื่อนที่ก็จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดเหมือนกัน การค้นพบของ ฟาราเดย์มีประโยชน์ต่อความเจริญก้าวหน้าของการอุตสาหกรรม มีผู้ประดิษฐ์ไดนาโม (dynamo) สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าไปตามบ้าน และโรงงานอุตสาหกรรม

หลังจากปี ค.ศ. 1800 เชื่อกันว่า แสงเป็นคลื่น และเป็นพลังงาน เจมส์ คลาร์ก แมกซ์เวลล์ (James Clerk Maxwell) เสนอว่าแสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเหมือนกับคลื่นวิทยุ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดอื่นที่คนพบ ก็มรสความร้อน รังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา ซึ่งออกมาจากธาตุกัมมันตภาพรังสี

ประมาณปี ค.ศ. 1859 นักวิทยาศาสตร์ได้ประดิษฐ์สเปกโตรสโคป (spectroscope) หรือเครื่องแยกแสง เครื่องมือนี้นี้ช่วยให้ค้นพบธาตุใหม่ๆ อีกหลายธาตุ และช่วยให้ทราบถึงอุณหภูมิและธาตุที่อยู่ในดวงดาว

ในยุคนี้ นักวิทยาศาสตร์พยายามเปลี่ยนสถานะของสสารโดยทำให้ก๊าซกลายเป็นของเหลว นอกจากทำให้ก๊าซกลายเป็นของเหลวได้แล้ว ยังทำให้ทราบกฎเกณฑ์ต่างๆ เพิ่มขึ้นอีก

ในด้านเคมี นักวิทยาศาสตร์สามารถผลิตส้อมไฟ ผลิตยา รักษาโรคได้มากมายหลายชนิด นักวิทยาศาสตร์รัสเซีย ชื่อ เมนเดเลฟ (Mendeleev)* พบว่าถ้าเอาธาตุมาเรียงกันตามลำดับน้ำหนักอะตอม จะแบ่งธาตุออกได้เป็นกลุ่มๆ ธาตุในกลุ่มเดียวกันจะมีสมบัติคล้ายๆ กัน

ในยุคนี้ นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า ส่วนย่อยที่สุดของสิ่งมีชีวิตคือ เซล (cell) ในเซลล์ของเหลวชั้น เรียกว่าโปรโตพลาสซึม

ในทางการแพทย์ ในปี ค.ศ. 1857 หลุยส์ ปาสเตอร์ (Louis Pasteur) พบว่า การบูดเน่า และโรค เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์

ในปี ค.ศ. 1858 ชาลส์ ดาร์วิน (Charles Darwin) ได้ตั้งทฤษฎีวิวัฒนาการของชีวิต มีใจความสำคัญว่า สัตว์ชนิดต่างๆ สืบเนื่องมาจากบรรพบุรุษเดียวกัน แต่มีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ กันเรื่อยมา จึงได้มีรูปร่างต่างกันอยู่ทุกวันนี้

6. วิทยาศาสตร์สมัยใหม่

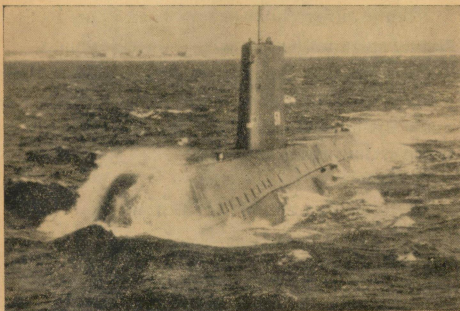
(ค.ศ. 1900—ปัจจุบัน)

ในสมัยใหม่นี้ นักวิทยาศาสตร์ได้สนใจศึกษาเรื่องของอะตอมกันมาก มีการค้นพบธาตุกัมมันตรังสี มีการค้นพบอิเล็กตรอน

*สะกดกันหลายแบบ เช่น Medelejeff

และโปรตอน กับ นิวตรอน ซึ่งเป็นส่วนประกอบของอะตอม นักวิทยาศาสตร์ที่สำคัญสองท่าน ได้เสนอทฤษฎีที่ทำให้ความคิดเห็นทางวิทยาศาสตร์ต้องเปลี่ยนไปมาก คนแรกได้แก่ มัคซ์ แพลงก์ (Max Planck) ผู้เสนอทฤษฎีควอนตัม (Quantum theory) ว่าพลังงานของการสั่นสะเทือนมีค่าได้เป็นขั้น ๆ ทฤษฎีนี้มีประโยชน์มากในการศึกษาเรื่องพลังงานของอะตอม นักวิทยาศาสตร์ที่สำคัญอีกท่านหนึ่ง ได้แก่ อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) ซึ่งเป็นผู้ให้กำเนิดทฤษฎีสัมพัทธ (theory of relativity) สมัยใหม่

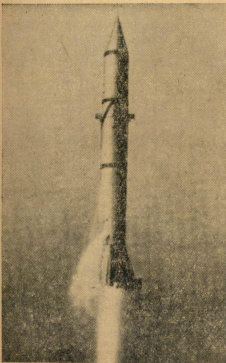
การค้นพบอิเล็กตรอน มีผลให้เกิดความเจริญอย่างมากมาย หลอดควิฑู เครื่องแปลงไฟฟ้า ไฟโตอิเล็กตริกเซลล์ อาศัยกระแสของอิเล็กตรอนทั้งนั้น การวิทย โทรภาพ และเรดาร์ เจริญขึ้นมาได้ก็เพราะมีหลอดต่าง ๆ เหล่านี้ใช้ กล้องจุลทรรศน์แบบใหม่ และเครื่องอัดโนมิตต่าง ๆ ก็อาศัยอิเล็กตรอน



เรือดำน้ำขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากอะตอม

ความเจริญอย่างหนึ่งก็คือ การนำเอาพลังงานจากอะตอมมาใช้ หลังจากปี ค.ศ. 1934 เป็นต้นมา นักวิทยาศาสตร์เริ่มหาวิธีปลดปล่อยพลังงานในอะตอม เอามาทำประโยชน์ พลังงานจากอะตอมตอนแรกเอาไปใช้ในการสงคราม ได้แก่ลูกระเบิดอะตอม ต่อมาจึงได้คิดลูกระเบิดไฮโดรเจน แล้วจึงคิดวิธีปลดปล่อยพลังงานอะตอมอย่างช้าๆ และให้ควบคุมได้ เอาไปใช้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและขับเคลื่อนเรือดำน้ำ และเรือสินค้า

ความเจริญในระยะหลัง ๆ นี้ ได้ก้าวหน้าไปพร้อม ๆ กันอย่างรวดเร็วทุกด้าน นักวิทยาศาสตร์รัสเซียและอเมริกันได้ส่งจรวดบรรทุกดาวเทียมออกไปหมุนรอบโลกบ้าง ไปหมุนอ้อมด้านหลังของดวงจันทร์บ้าง และเลยไปถึงและอ้อมรอบดวงอาทิตย์บ้าง



จรวด

ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ไม่มีที่สิ้นสุด และในระยะหลัง ๆ นี้ ยิ่งเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก จึงไม่อาจนำมากล่าวได้หมด ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จะเป็นอย่างไรต่อไปในอนาคต ไม่มีใครทราบ แต่เชื่อได้ว่านักวิทยาศาสตร์จะทำการศึกษากันต่อไป เพื่อให้มีความเข้าใจในธรรมชาติ และเพื่อสร้างความเจริญ ความผาสุก และความสะอาดสุขสบายแก่การดำรงชีวิตของมนุษย์

๘ บทที่ 3

สสารและพลังงาน

มนุษย์มีความอยากรู้อยากเข้าใจ ในสิ่งต่างๆ ที่ตนได้พบเห็นเสมอ จะเห็นได้ว่านับตั้งแต่สมัยโบราณเป็นต้นมา ได้มีผู้แสดงความคิดเห็นในเรื่องต่างๆ ไว้มาก ความคิดเห็นเหล่านั้น บางทีก็กลับ เป็นที่เชื่อถือไม่ได้ บางทีน่าเชื่อถือ เป็นต้นว่าแต่ก่อนนั้นเชื่อกันว่าโลกของเราแบน ไรภย์ไขเจ็บเกิดจากการกระทำของภูตผีปิศาจ ความร้อนเป็นสารหรือสงของชนิดหนึ่ง วัตถุใดร้อนก็เพราะมีสารชนิดนั้นมาก วัตถุใดเย็น ก็เพราะมีสารชนิดนั้นน้อย ความเชื่อเหล่านั้นเป็นความเชื่อที่ขาดเหตุผล ไม่ได้มีการพิสูจน์ทดลองให้เห็นจริง จึงปรากฏว่าในสมัยก่อนมีผู้เชื่อและเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างผิดๆ อยู่มาก

งานสำคัญของนักวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ คือการกำจัดความเชื่ออย่างมงาย ไร้เหตุผล เชื่อในโซกลาง เวทมนต์คาถา นักวิทยาศาสตร์เริ่มใช้วิธีสังเกต ทดลอง และอาศัยเหตุผล สำหรับแสวงหาความรู้ในเรื่องที่เขาสนใจ นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความสังเกต และทำการทดลอง เพื่อจะได้เข้าใจในเรื่องนั้นๆ อย่างแท้จริง เมื่อมีความรู้ในเรื่องนั้นๆ แล้ว ก็นำเอาความรู้ใหม่ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ ความรู้ใหม่ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ค้นคว้าได้มานี้ มีส่วนช่วยให้ชีวิตของเราเป็นสุข และสะดวกสบาย วิทยาศาสตร์ช่วยให้เราได้อยู่ดีกินดี เราจึงได้ยินคนพูดกันเสมอๆ ว่า สมัยนี้เป็นสมัยวิทยาศาสตร์ คนที่จัดว่ามีการศึกษาดี จึงต้องมีความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และวิธีการของวิทยาศาสตร์บ้างพอสมควร

สสาร (Matter)

สิ่งต่างๆ รอบตัวเรา ประกอบไปด้วยสารหรือสิ่งของมากมายหลายชนิดด้วยกัน เช่น อากาศ น้ำ เหล็ก อะลูมิเนียม หิน กระดาษ และสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย เราเรียกสารทั้งหลายเหล่านี้



สถานะทั้งสามของสสาร—น้ำแข็ง—น้ำ—ไอน้ำ

รวมๆ ว่า สสาร สสารอาจมีรูปร่างลักษณะต่างๆ กัน แต่มีสมบัติสำคัญเหมือนกันหมด อยู่สองอย่างคือ สสารกินที่อยู่ และมีน้ำหนัก

สถานะทั้งสามของสสาร

สสารดำรงสถานะ หรือสภาพได้สามอย่างด้วยกัน คือ เป็นของแข็ง (solid) ของเหลว (liquid) และก๊าซ (gas) ตารางข้างล่างนี้ สรุปสมบัติสำคัญประจำสถานะ และให้ตัวอย่างสารในภาวะปกติเอาไว้

สถานะ	สมบัติสำคัญ	ตัวอย่าง
ของแข็ง	มีปริมาตรแน่นอน คงตัว มีรูปร่าง พื้นฐานแน่นอน	น้ำแข็ง หิน แก้ว เหล็ก ไม้
ของเหลว	มีปริมาตรแน่นอน แต่รูปร่างพื้นฐานไม่ แน่นอน จะมีรูปร่างตามภาชนะที่บรรจุ มันอยู่	น้ำ น้ำมัน อัลกอฮอล์ ปรอท
ก๊าซ	ทั้งปริมาตร และรูปร่างไม่แน่นอน คงตัว	ไอน้ำ อากาศ ออกซิเจน ไฮโดรเจน นีออน

การเปลี่ยนแปลงของสาร

สารรอบๆ ตัวเรา มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ในการเปลี่ยนแปลงบางอย่าง ธรรมชาติหรือสมบัติทางเคมีของสารไม่ได้เปลี่ยนไปด้วย เป็นต้นว่า ท่อนเหล็กจะขยายตัวเมื่อถูกเผาไฟ ท่อนเหล็กมีขนาดเปลี่ยนไป แต่ก็ยังคงเป็นเหล็กอย่างเดิม การเปลี่ยนแปลงทำนองนี้ เรียกว่า การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (Physical Change) นำเปลี่ยนแปลงไปเป็นน้ำแข็ง ก็เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ น้ำแข็งก็คือน้ำในสถานะเป็นของแข็งนั่นเอง การโค้งงอของท่อนเหล็ก กระดาษที่ถูกฉีก การอ่อนตัวของขงเหล็ก เหล็กนั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพทั้งสิ้น มีการเปลี่ยนแปลงของสารที่ควรทราบอีกอย่างหนึ่ง คือ การเปลี่ยนแปลงทางเคมี (Chemical Change) เช่น การเป็นสนิมของเหล็ก การเผาไหม้ หรือที่เรียกว่าการสันดาป ก็เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี สารที่ถูกไหม้ จะรวมตัวกับก๊าซออกซิเจน เปลี่ยนไปเป็นสารอย่างอื่น เช่น เทียนไขที่ติดไฟลุกไหม้ในอากาศ จะรวมตัวกับก๊าซออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำขึ้น ในการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ธรรมชาติและสมบัติของสารจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย สารที่เกิดขึ้นใหม่จะมีลักษณะและสมบัติผิดแผกไปจากสารเดิม ในตัวอย่างแรก สนิมเหล็กซึ่งเกิดจากเหล็กรวมตัวกับออกซิเจน จะมีลักษณะและสมบัติไม่เหมือนกับเหล็กซึ่งเป็นโลหะของแข็ง และออกซิเจนซึ่งเป็นก๊าซ ในตัวอย่างหลัง คาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำซึ่งเป็นก๊าซจะมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกับไขเทียน ซึ่งเป็น ของแข็ง และ ออกซิเจนในอากาศ

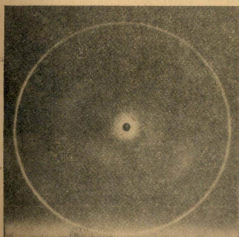
พลังงาน (Energy)

ในการที่สารเกิดการเปลี่ยนแปลง จะต้องมสิ่งมาทำให้มันเปลี่ยนแปลง เราเรียกสิ่งที่ทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลงว่า พลัง-

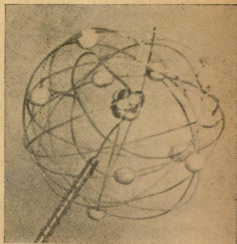
งาน พลังงานต่างกับสสาร พลังงานไม่มีตัวตน และไม่กินที่อยู่ เนื่องจากต้องมีการทำงาน ในการทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลง เราจึงกล่าวได้ว่า พลังงาน คือ ความสามารถที่จะทำงานได้ พลังงานมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ทั้งจิกจั่นเคยกั่นดี ก็มี พลังงานความร้อน แสงสว่าง ไฟฟ้า แม่เหล็ก เสียง พลังงานเคมี และพลังงานกล

สารประกอบด้วยอะตอม

ถ้าเราเอาน้ำตาลทรายขาวใส่ลงไปในแก้วน้ำสักหนึ่ง ช้อนชา แล้วคนสักครู่หนึ่ง คอยสังเกตดูจะเห็นว่าน้ำตาลหายไ้ เราพูดว่า น้ำตาลละลายในน้ำ กลายเป็น สารละลาย (solution) ถ้าเราลองสืบสวนต่อไปอีกว่า อะไรเกิดขึ้นกับน้ำตาล จะได้ความว่า น้ำตาลสลายหรือแตกตัวออกเป็นอนุภาค (particle) เล็กๆ หรือเป็นก้อนเล็กๆ ซึ่งเราไม่อาจมองเห็นได้ ถ้าเราลองชิมน้ำในแก้วนั้น จะรู้สึกว่ามีรสหวาน แสดงว่าน้ำตาลไม่ได้หายไปไหน แต่อนุภาคของน้ำตาลกระจายอยู่ทั่วๆ ไปในสารละลาย การที่อนุภาคของน้ำตาลกระจายอยู่ในสารละลายได้ทั่วไป แสดงว่า ต้องมีช่องว่างอยู่ทั่วไปในน้ำ พอที่จะให้อนุภาคของน้ำตาลแทรกเข้าไปอยู่ได้ ช่องว่างนี้เล็กมาก ตาเรามองไม่เห็น แม้จะใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูงเข้าช่วย ก็ยังมองไม่เห็น



ภาพจำลองของอะตอมของไฮโดรเจน



ภาพจำลองของอะตอมของนีออน

นักปราชญ์ชาวกรีก ชื่อ ดีโมคริตัส (Democritus) เมื่อประมาณ 2360 ปีมาแล้ว เชื่อว่าสารทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ ก็ตาม มีรูหรือช่องว่างเล็กๆ อยู่ทั่วไป ช่องว่างนี้จะอยู่ระหว่างอนุภาคที่ประกอบกันขึ้นเป็นสาร ดีโมคริตัส เรียกอนุภาคเหล่านี้ว่า อะตอม (Atom) แปลว่า ไม่อาจแบ่งย่อยต่อไปได้อีกแล้ว จึงกล่าวได้ว่า สารทุกชนิดประกอบด้วยอะตอมเป็นจำนวนมาก

ธาตุและสารประกอบ

ย้อนมาพูดถึงเรื่องน้ำตาลกันต่อไป ถ้าเราเอาน้ำตาลทรายขาวไปเผาไฟที่ร้อนจัด เมล็ดของมันจะค่อยๆ เล็กลง และท้ายที่สุดมันจะไหม้จนกลายเป็นสีดำ เราอาจเอามันไปผสมกับน้ำยาเคมีต่างๆ แต่ก็ไม่สามารรถเปลี่ยนมันไปเป็นรูปสามัญกวนได้ เราเรียกมันว่า ธาตุถ่าน หรือ ธาตุคาร์บอน (Carbon) จึงพอสรุปได้ว่า ธาตุคือสารซึ่งไม่สามารถแยกต่อไปอีกได้โดยวิธีทางเคมี ธาตุชนิดหนึ่งจะประกอบด้วยอะตอมชนิดเดียวกัน

ถึงปัจจุบันนี้ จำนวนธาตุที่ค้นพบกันแล้วมีทั้งหมด 102 ธาตุ นักเรียนทุกคนคงรู้จักธาตุกันมาบ้างแล้ว เช่น ธาตุเหล็ก อะลูมิเนียม โปรท เงิน ทอง ถ่าน ออกซิเจน เป็นต้น จะเห็นว่า บางก็เป็นของแข็ง บางก็เป็นของเหลว และบางก็เป็นก๊าซ

ปัญหาที่น่าสนใจอยู่ว่า ทำไมเมล็ดน้ำตาลจึงเล็กลงเมื่อถูกเผาไหม้เช่นนั้น ก็เพราะบางส่วนของมันหนีไปสู่อากาศ น้ำตาลถูกแยกเมื่อโดนเผา น้ำตาลจึงมีธาตุอื่น นอกจากธาตุถ่าน เป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย น้ำตาลเป็น สารประกอบ (Compound)

สารส่วนมากที่เรารู้จัก เป็นสารประกอบเกือบทั้งสิ้น เกลือ น้ำ ผาผาย แสง และขอสัก เป็นสารประกอบที่ทุกคนรู้จัก สารประกอบเกิดจากอะตอม ของธาตุต่างชนิดกัน มารวมตัวเข้าด้วยกัน สารประกอบบางอย่างเกิดจากอะตอมของธาตุเพียง 2 ธาตุ แต่บางอย่างเกิดจากอะตอมของธาตุถึง 3, 4, 5 ธาตุ หรือมากกว่านั้น

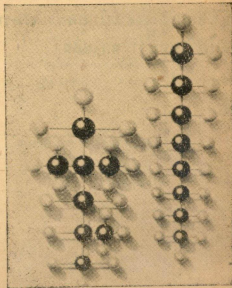
* แต่ธาตุที่มีอยู่ในธรรมชาติมีเพียง 92 ธาตุเท่านั้น

โมเลกุล (Molecule)

เราทราบแล้วว่า ธาตุประกอบด้วยอะตอมชนิดเดียวกัน และสารประกอบเกิดจากอะตอมของธาตุต่างชนิดกัน มารวมตัวเข้าด้วยกันเป็นโมเลกุล ก๊าซไฮโดรเจนประกอบด้วยโมเลกุลไฮโดรเจนเป็นจำนวนมาก เมื่อแยกออกดู ตามปกติจะปรากฏว่าโมเลกุลหนึ่งๆ มีอะตอมไฮโดรเจนสองตัว นำเป็นสารประกอบ โมเลกุลของน้ำเกิดจากอะตอมของธาตุไฮโดรเจนสองอะตอม และอะตอมของธาตุออกซิเจนหนึ่งอะตอมรวมตัวกัน นำมาสมบัตินี้แตกต่างไปจากไฮโดรเจนและจากออกซิเจน

สารประกอบจะมีสมบัติไม่เหมือนธาตุที่เป็นองค์ประกอบ สมมุติว่า เราสามารถแบ่งน้ำออกไปเป็นส่วนย่อยที่เล็กที่สุดได้ และส่วนย่อยเล็ก ๆ หรืออนุภาคเล็กๆ นั้นยังคงมีสมบัติทางเคมีเหมือนน้ำทุกประการ จะได้อะไร

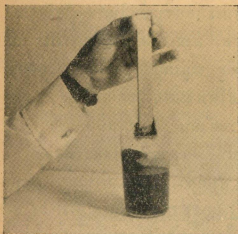
ประกอบด้วย อนุภาคเหล่านั้นเป็นจำนวนมาก อนุภาคเหล่านั้นคือ โมเลกุล จึงกล่าวได้ว่า โมเลกุล คืออนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุ หรือสารประกอบ โมเลกุลสามารถดำรงตัวอยู่ได้โดยอิสระ สำหรับอะตอมของธาตุโดยมาก ตามปกติมันจะไม่สามารถดำรงตัวอยู่ได้โดยลำพัง มักจะต้องรวมตัวกับอะตอมอื่นเป็นโมเลกุลเสมอ



โมเลกุลของสารประกอบระหว่างคาร์บอนและไฮโดรเจนสองชนิด

ของผสม (Mixture)

ในการเอาสารต่างชนิดมารวมเข้าด้วยกัน เช่นเอาธาตุหรือสารประกอบมารวมกัน บางครั้งก็มีการเปลี่ยนแปลง เกิดเป็น



สารประกอบชนิดใหม่ ขึ้นมา มีสมบัติต่างไปจากสารเดิม แต่บางครั้งการผสมเพียงแต่ช่วยคลุกเคล้าให้ส่วนผสมเข้ากันได้สนิทเท่านั้น เรายังสามารถแยกมันออกมาเป็นส่วนเดิมได้โดยง่าย สมบัติของมันก็ยังคล้ายคลึงกับสารที่เอามาผสม เป็นต้น

ใช้แม่เหล็กแยกผงตะไบเหล็กออกจากของผสมว่าอากาศ พริกกับเกลือ
น้ำเชอม และน้ำโคลน เราเรียกสารที่ได้จากการผสมสารหลายชนิด เช่นนี้ว่า **ของผสม**

แบบฝึกหัดบทที่ 3

ก. จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

สสารมีสมบัติที่สำคัญ คือ.....และ.....
สถานะของสสารมีอยู่.....อย่าง คือ สสารอาจมีสถานะเป็น.....
หรือ.....การเปลี่ยนแปลง
 ของสสารมี.....แบบ คือ การเปลี่ยนแปลง.....และการ
 เปลี่ยนแปลง.....สสารจะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ ก็ต่อเมื่อ
 มี.....มาทำให้มันเปลี่ยนแปลง

พลังงาน คือ.....ตัวอย่างของพลังงาน
 เช่น

สารทุกชนิดประกอบด้วย.....ซึ่งเป็น.....
 เล็ก ๆ ธาตุชนิดเดียวกันประกอบด้วย.....ถ้าเอาอะตอม
 ของธาตุต่างชนิดกันมารวมตัวกัน จะเกิดเป็น.....ขึ้น
 ถ้าการรวมตัวเป็นแต่เพียงการคลุกเคล้าเราเรียกสารนั้นว่า.....

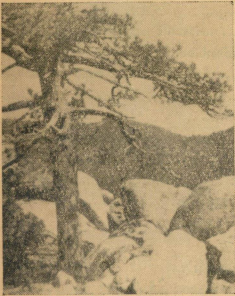
ข. จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. สสาร คืออะไร ? แตกต่างกับพลังงานอย่างไร ?
2. สถานะของสสารมีอยู่กี่อย่าง ? อะไรบ้าง ? จงบอกสมบัติที่สำคัญประจำสถานะแต่ละอย่าง พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ
3. การเปลี่ยนแปลงของสาร ทางกายภาพ และทางเคมี ต่างกันอย่างไร ? จงยกตัวอย่างประกอบคำอธิบาย
4. อะตอมกับโมเลกุลต่างกันอย่างไร ?
5. ธาตุ สารประกอบ และของผสม ต่างกันอย่างไร ? จงบอกชื่อธาตุ สารประกอบ และของผสม มาอย่างละ 3 ชื่อ

๔ บทที่ 4

สิ่งมีชีวิต

วิทยาศาสตร์ส่วนที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต คือ **ชีววิทยา** (Biology) ชีววิทยาจะกล่าวถึง พืช และสัตว์ ลักษณะหน้าที่ของส่วนต่างๆ



สิ่งที่มีชีวิต และไม่มีชีวิต

และประวัติชีวิตของมัน

ชีววิทยาได้กำหนดนามาจนเป็นวิทยาศาสตร์สาขาใหญ่ และได้แบ่งแยกออกเป็น สาขาย่อย เช่น วิชาความรู้ที่เกี่ยวกับพืช เรียกว่า **พฤกษศาสตร์** (Botany) ส่วน วิชาความรู้ที่เกี่ยวกับสัตว์ เรียกว่า **สัตววิทยา** (Zoology) ทั้งพฤกษศาสตร์ และ สัตววิทยา ก็ยังแบ่งแยกย่อยลงไปอีก

ลักษณะของสิ่งมีชีวิต

ลองเอาก้อนหิน และต้นไม้มาเปรียบเทียบกันดู เราจะรู้ได้อย่างไรว่า อย่างไหนเป็นสิ่งมีชีวิตและอย่างไหนไม่ใช่สิ่งมีชีวิต และไม่เคยมียชีวิตมาเลย เราจะทราบได้ก็ต่อเมื่อเราได้ทำการสังเกตสิ่งมีชีวิตมานาน หว่ามันมีลักษณะสำคัญอย่างไรบ้าง นักวิทยาศาสตร์ได้วางกฎเกณฑ์ไว้เพื่อช่วยชี้ว่าสิ่งไหนมีชีวิต ดังต่อไปนี้

1. สิ่งที่มีชีวิตเคลื่อนที่ได้ด้วยอำนาจภายในของตนเอง

ดอกไม้เหุบและบานได้ ใบของต้นไม้บางชนิด เช่น ต้นไมยราบจะเหุบได้ สัตว์วิ่ง กระโดด และบินได้ แต่ก้อนหิน

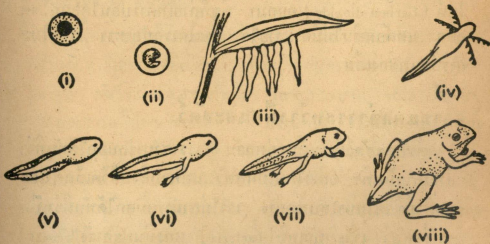
หอยสูงที่ไม่มีชีวิตนั้นไม่อาจเคลื่อนที่ด้วยอำนาจของตนเองได้ ต้องมีสิ่งอื่นมาทำให้มันเคลื่อนไป

2. สิ่งมีชีวิตเจริญเติบโตได้

นับตั้งแต่เกิดขึ้นมา สิ่งมีชีวิตจะค่อยๆ เจริญเติบโตใหญ่ขึ้นทุกที จนกระทั่งโตเต็มที่ ในการเจริญเติบโต สิ่งมีชีวิตต้องการอาหาร มันจะกินเอาสารเคมีเข้าไปในร่างกาย ทำการย่อยเปลี่ยนแปลง และใช้ไปช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต สิ่งที่ไม่มีชีวิตไม่ต้องการอาหาร มันไม่มีการเจริญเติบโต

3. สิ่งมีชีวิตมีลักษณะของชีวิตแน่นอน

กบในระยะแรกของชีวิตจะเป็นไข่ ต่อมาจะกลายเป็นลูกกบตัวเล็กๆ มีหาง ท้ายที่สุดก็จะกลายเป็นกบธรรมดา กบทุกตัวมีลักษณะเหมือนกัน มีสัมาเหมือนกัน เวลามันร้อง เสียงก็เหมือนกัน ลักษณะของชีวิต และรูปร่างของมัน จะช่วยให้เรารู้ได้ว่ามันเป็นกบ บางคนคงเคยได้ยินว่า งูมีสองหัว มามหาชา นวมอบางคนมี 11 นิ้ว แต่เรื่องเหล่านี้เป็นขอยกเว้น เป็นกรณีพิเศษปรกติเพียงส่วนน้อยเท่านั้น โดยทั่วไปแล้ว สิ่งที่มี



ลักษณะของชีวิตของกบ

ชีวิตจะมีลักษณะของชีวิตแน่นอน แต่ลองดูก้อนหินบ้าง จะเห็นว่ามันมีรูปร่างและขนาดต่าง ๆ กัน ไม่มีลักษณะอะไรเป็นแบบแน่นอน

4. สิ่งมีชีวิตสืบพันธุ์ได้

เด็กเกิดจากพ่อแม่ สิ่งมีชีวิตอื่นก็เกิด จากพ่อแม่ของมันเหมือนกัน ต้นมะม่วงเกิดจากผลมะม่วง ซึ่งก็มาจากต้นมะม่วงใหญ่ แม้ว่าไข่จะฟักไข่เบ็ด แต่ไข่เบ็ดก็มาจากแม่เบ็ด และเมื่อฟักออกมาเป็นตัวก็เบ็ดเบ็ด แต่ก้อนหินจะไม่ออกลูกออกหลานเลย

5. สิ่งมีชีวิตหายใจ กินอาหาร และถ่ายเทของเสีย

เราต้องหายใจเอาออกซิเจนเข้าไป ช่วยในการเผาผลาญอาหารในร่างกาย สัตว์อื่นก็ต้องการออกซิเจน พืชก็ต้องการออกซิเจน มันหายใจเอาออกซิเจนเข้าไปเพื่อเผาผลาญอาหารเช่นคนเรา คนสัตว์ และพืช ต้องการอาหารเพื่อการเจริญเติบโต เมื่อกินอาหารเข้าไปแล้ว ส่วนที่ร่างกายไม่ต้องการก็จะถูกถ่ายเทออกมาเป็นของเสีย เช่นคนและสัตว์ถ่ายเทมูล เหงื่อ และคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) ออกมา พืชก็ถ่ายเทคาร์บอนไดออกไซด์ออก แต่ก้อนหินไม่มีการหายใจ ไม่มีการกินอาหาร และไม่มีการถ่ายเทของเสีย

ความแตกต่างระหว่างพืชและสัตว์

พืชและสัตว์ที่เราเห็นอยู่ทุกวันนี้ เราสามารถบอกได้ทันทีว่าอย่างไรเป็นพืช อย่างไรเป็นสัตว์ แต่พวกสิ่งมีชีวิตเล็กๆ และพวกสิ่งมีชีวิตในทะเลบางอย่าง เราไม่สามารถบอกได้ทันทีว่าเป็นพืชหรือสัตว์ เช่น แบคทีเรีย (bacteria) และหินปะการัง (coral) เป็นต้น

ข้อแตกต่างประการสำคัญระหว่างพืชและสัตว์ อยู่ที่อาหารที่มันต้องการ พืชใบสีเขียวต้องการน้ำเป็นอาหาร มันจะใช้รากดูดน้ำขึ้นไปเลี้ยงลำต้นและใบ นอกจากนั้นแล้ว มันยังต้องการสารเคมีอย่างอื่น ซึ่งรวมเรียกว่า เกลือ (salt) เกลือเหล่านี้ละลายอยู่ในน้ำ นอกจากนั้นมันยังต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ ซึ่งเข้าไปทางรูเล็กๆ ที่ใบ และลำต้น สีเขียวของพืชนั้นเนื่องมาจากสารที่เรียกว่า คลอโรฟิลล์ (chlorophyll)

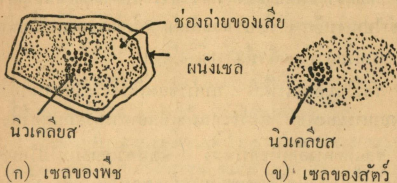
สัตว์ไม่มีคลอโรฟิลล์ อาหารของสัตว์จึงไม่ใช่สารเคมีง่าย ๆ อย่างอาหารของพืช สัตว์จะกินพืชเป็นอาหารหรือกินสัตว์อื่น

ข้อแตกต่างอีกประการหนึ่ง คือสัตว์เคลื่อนที่ไปไหน ๆ ได้ ส่วนพืชนั้นเคลื่อนที่ได้แต่เพียงบางส่วนของมันเท่านั้น สัตว์จำเป็นต้องเคลื่อนที่หาอาหารเรื่อย ๆ ไป ส่วนพืชมหาอาหารอยู่ในดินรอบตัวมัน รากจึงมักขุดลึกลงอยู่กับที่ แดงก้านหรือยอดของมันจะยื่นออกไปรับแสงแดดเข้าไปเป็นพลังงานให้คลอโรฟิลล์สามารถปรุงอาหารได้ เป็นต้น

เนื่องจากสัตว์ต้องเคลื่อนที่หาอาหาร มันจึงต้องมีประสาทไวสำหรับหาว่าอาหารอยู่ที่ไหน หรือว่ามีอันตรายหรือเปล่า โดยเหตุนี้ สัตว์จึงมีประสาทสัมผัส ระบบประสาท และกล้ามเนื้อ จมูกและตาเป็นประสาทสัมผัส แร้งมีตาดี แม้จะบินอยู่สูง ๆ ก็สามารถมองเห็นสัตว์ตายได้ หนูแม้ว่าจะมองในที่มืดไม่เห็น แต่มันมีจมูกดี ตมกลิ่นรู้ได้ว่าอาหารอยู่ที่ไหน ระบบประสาทจะบอกความรู้สึกเกี่ยวกับการเห็น และกลิ่นไปยังสมอง และสมองจะสั่งให้กล้ามเนื้อทำงานเคลื่อนที่หาอาหารหรือหลบหนีภัยอันตราย พืชไม่มีระบบประสาท ประสาทสัมผัส หรือกล้ามเนื้อ

สิ่งที่มีชีวิตประกอบด้วยเซลล์

สิ่งที่มีชีวิตไม่จำเป็นต้องมีส่วนประกอบ เป็น สิ่งที่มีชีวิตหมดทุกส่วนไป ผิวเล็บ ผิวฟัน และผิวหนังส่วนนอกที่สุด ไม่มีชีวิต สารที่มีชีวิตในร่างกายพืชและสัตว์คือโปรโตพลาสซึม(protoplasm)



เซลล์ของพืชและสัตว์

โปรโตพลาสซึมของพืชส่วนใหญ่ จะอยู่เป็นห้องๆ ซึ่งเรียกว่า เซลล์ (cell) มันมีลักษณะคล้ายห้องของรังผึ้ง โปรโตพลาสซึมจะอยู่ในเซลล์ เปลือกของเซลล์เป็นสารที่ไม่มีชีวิต สัตว์ส่วนมากมีโปรโตพลาสซึมอยู่เรียงต่อกันไป ไม่มีเซลล์กันมันเป็นห้องๆ ต่างหากออกจากกัน แต่เราก็มักพูดว่ามันเป็นเซลล์อยู่ เซลล์คือหน่วยย่อยที่ประกอบกันเข้าเป็นพืชหรือสัตว์

นอกจากข้อบกเว้นบางกรณี เซลล์ทุกเซลล์จะประกอบด้วย

1. ของเหลวชั้นๆ ตรงกลางเซลล์ เรียกว่า นิวเคลียส (nucleus) ของเหลวชั้นนี้คือ โปรโตพลาสซึมมันเอง
2. ของเหลวใสรอบๆ นิวเคลียส เรียกว่า โปรโตพลาสซึม (cytoplasm).

แบบฝึกหัดบทที่ 4

ก. จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

วิชาวิทยาศาสตร์ที่ว่าด้วยสิ่งที่มีชีวิต คือ.....
 แบ่งออกเป็น.....ซึ่งว่าด้วยเรื่องต่างๆ เกี่ยวกับ.....
 และ.....ซึ่งว่าด้วยเรื่องต่างๆ เกี่ยวกับ.....
 สารที่มีชีวิตในร่างกายของพืชและสัตว์ คือ.....หน่วยย่อย
 ที่ประกอบกันเข้าเป็นพืชหรือสัตว์ คือ.....เซลล์ประกอบด้วย.....
ซึ่งมีลักษณะเป็น.....อยู่ตรงกลางเซลล์
 และ.....ซึ่งมีลักษณะเป็น.....
 อยู่รอบนอก

ข. จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. สิ่งที่มีชีวิต มีลักษณะสำคัญอะไรบ้าง ? จงยกตัวอย่างประกอบ
2. สิ่งที่มีชีวิต และสิ่งที่ไม่มีชีวิต แตกต่างกันอย่างไร ?
3. คลอโรฟิลล์ คืออะไร ? มีประโยชน์อย่างไรต่อพืช ?
4. พืชใบสีเขียวต้องการอะไรเป็นอาหาร ?
5. จงอธิบายถึงลักษณะของเซลล์
6. พืชกับสัตว์ต่างกันอย่างไร ?

บทที่ 5

การจำพวกพืชและสัตว์

การจำพวกพืชและสัตว์

พืชและสัตว์รู้จักกันแล้ว มีมากกว่าล้านชนิด นักวิทยาศาสตร์ได้จัดพวกพืชและสัตว์เหล่านี้ออกเป็นหมวดหมู่ ตามลักษณะสำคัญของมัน เขาพวกที่เหมือนกัน ไว้ในหมวดเดียวกัน

ในการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต เริ่มแรกเขาแบ่งลงไปก่อนว่า สิ่งมีชีวิตนั้นเป็นพืชหรือเป็นสัตว์ ถ้าเป็นพืชก็จัดสิ่งมีชีวิตนั้นให้อยู่ในอาณาจักรพืช (plant kingdom) ถ้าเป็นสัตว์ก็จัดให้มันอยู่ในอาณาจักรสัตว์ (animal kingdom) ในอาณาจักรหนึ่งๆเขายังแบ่งออกเป็นพวกใหญ่ๆหลายพวกด้วยกัน แต่ละพวกเรียกว่า สาขา (phylum) ในแต่ละสาขา ก็ยังแบ่งย่อยออกไปเป็น เหล่า (class) แต่ละเหล่า แบ่งย่อยออกเป็น อันดับ (order) แต่ละอันดับ แบ่งย่อยออกเป็น ตระกูล (family) แต่ละตระกูล แบ่งย่อยออกเป็น สกุล (genus) แต่ละสกุล แบ่งย่อยออกเป็น ชนิด (species)

อาณาจักรพืช

อาณาจักรพืชแบ่งออกเป็นสาขา 4 สาขาดังนี้ แต่ละสาขามีชื่อเฉพาะดังต่อไปนี้

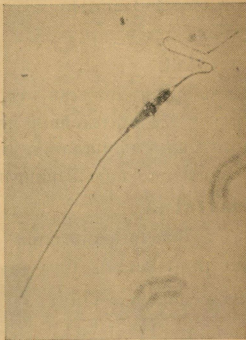
1. พวกสาหร่ายทะเล รา และพืชพวกเดียวกัน ชื่อของสาขานี้เรียกว่า **ทัลไลไฟต์** (thallophytes)
2. พวกตะไคร้ มีชื่อของ สาขานี้ว่า **ไบรโอไฟต์** (bryophytes)
3. พวกเฟิร์น มีชื่อของ สาขานี้ว่า **เทอริโดไฟต์** (pteridophytes)

4. พวกพืชมเมล็ด ๘๔ ชื่อของสาขานี้เรียกว่า สเปอรมาโตไฟต์ (spermatophytes)*

ทัลโลไฟต์

พืชที่จัดอยู่ในสาขาทัลโลไฟต์ ไม่มีลำต้น ไม่มีใบ เซลล์ของมันทุกเซลล์จะเหมือนกันหมด บางชนิดก็มีเพียงเซลล์เดียว บางชนิดก็มีหลายเซลล์ พืชในสาขานี้มี 2 เหล่าใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือสาหร่าย (algae) และรา (fungi)

สาหร่ายจะขึ้นในน้ำหรือในที่ชื้น ๆ เป็นพวกพืชสีเขียว กล่าวคือมีคลอโรพลาสต์ สามารถช่วยในการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) หรือปรุงอาหารเอง สาหร่ายเป็นอาหารของสัตว์เล็กๆ ในทะเล สาหร่ายบางชนิดก็เล็กและสั้นมาก บางชนิดก็ยาวถึง 200 เมตร

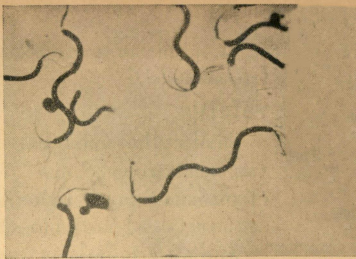


รา เป็นพืชที่ไม่มีคลอโรพลาสต์ จึงปรุงอาหารเองไม่ได้ มันจึงเกาะอยู่กับสัตว์หรือพืชอื่น เพื่อดูดเอาอาหารที่ปรุงสำเร็จแล้วมาเลี้ยงตัวมัน บางครั้งมันก็เกาะอยู่กับพืชหรือสัตว์ที่ตายแล้ว โดยปรกติมันจะอยู่ในที่ชื้นและอยู่ในร่ม ตัวอย่างของพืชพวกนี้ได้แก่ เห็ด บักเตรี

พืชเซลล์เดียว

* บางครั้งเราแบ่งอาณาจักรพืชออกเป็น 3 สาขา คือ ทัลโลไฟต์ ไบรโอไฟต์ และทราเคโอไฟต์ (tracheophytes) สาขาหลังนี้รวมสาขา 3 และ 4 ของการแบ่งข้างบนเข้าด้วยกัน ลักษณะสำคัญของพืชในสาขานี้ได้แก่ท่อลำเลียงสำหรับให้น้ำไหลขึ้นไปได้ตามลำต้น

บางที่สาหร่าย และ รว
รวมอยู่ด้วยกัน เราเรียกมัน
ว่าไลเคน (Lichen) ไลเคน
อาจเจริญเติบโตสูงได้หลาย
นิ้ว มองดูเหมือนต้นไม้
ธรรมดา มีกิ่ง แต่ไม่มีใบ
ส่วนนอกของ ไลเคน จะ
เป็นรา ส่วนในจะเป็นเซลล์
ของสาหร่าย คลอโรฟิลล์ของ
สาหร่ายจะช่วยปรุงอาหารให้
ตัวมันเอง และให้ราด้วย



บั๊กเตี

ไบรโอไฟต์

ตะไคร้เป็นพืชหลายเซลล์ เซลล์ของมันมีหลายชนิด ตะไคร้
นั้นจริง ๆ แล้วเป็นพืชที่เล็กมาก แต่มันมักจะขึ้นในที่แห่งเดียวกัน
เป็นจำนวนมาก จนเห็นเป็นสีเขียวเหมือนกำแพงหยาบ ตะไคร้ไม่มีราก
แต่มันมีขนเล็ก ๆ ขนลงไปในดินสำหรับดูดน้ำและอาหารได้

เทอริโดไฟต์

พืชในสาขานี้ได้แก่พวกเฟิน ประกอบด้วยเซลล์หลายชนิด
มันมีราก ลำต้นและใบ ภาย
ในลำต้น มีหลอดเล็ก ๆ ให้น้ำ
ที่ถูก รากดูดไหล ขึ้นไปได้
โดยเหตุนี้มันจึงเป็นต้นไม้สูงได้
เพราะส่วนต่างๆ ของมัน ไม่
จำเป็นต้องเกาะ อยู่ กับพื้นดิน
เพื่อดูดน้ำเอง ในแถบร้อน
บางแห่ง เฟินจะเจริญงอกงาม
มีขนาดเท่าต้นไม้ใหญ่ ๆ



ต้นเฟิน

สเปอร์มาโตไฟต์



สนมีเมล็ดอยู่ในกรวย

พืชเมล็ดพวงนมราก ซึ่งทำหน้าที่คล้ายคน คุดหน้าและอาหารไปเลี้ยงลำต้น ผลิตอาหารออกสู่กิ่งก้านและใบให้ได้รับแสงแดด เพื่อช่วยในการปรุงอาหารของใบ

อาณาจักรสัตว์

บรรดาสัตว์ทั้งหลายแยกจัดแบ่งเป็นสาขา เป็นเหล่าเหมือนกันกับพืช และสัตว์ก็มีตั้งแต่สัตว์เซลล์เดียว จนกระทั่งถึงสัตว์หลายเซลล์ เหมือนกับพืชเหมือนกัน

อาณาจักรสัตว์แบ่งออกเป็นสาขา 7 สาขา * ด้วยกัน แต่ละสาขามีชื่อเฉพาะดังต่อไปนี้

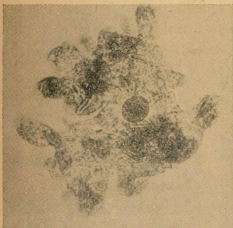
1. โปรโตซัว (Protozoa)
2. พอรีเฟอรา (Porifera)
3. ซึ่เดินเทอราตา (Coelenterata)
4. แอนเนลิดา (Annelida)
5. มอลลัสกา (Mollusca)
6. อาร์โทรโปดา (Arthropoda)
7. เวอร์ทีบราตา (Vertebrata)

* บางทีเขาแบ่งละเอียดกว่านี้ ออกได้เป็นถึง 10 สาขาก็มี

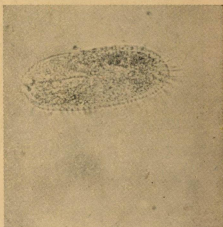
มีพืชมากกว่า 125,000 ชนิด ที่เกิดจากเมล็ด เช่น หนุ่ย ผัก ข้าว ต้นมะม่วง และอื่น ๆ พืชในสาขานี้เป็นพืชที่เราจักคุ้นเคยกันดี และมีประโยชน์ต่อเรามาก พืชพวกนี้มักอยู่บนพื้นดิน บางก็อยู่ในแม่น้ำ หรือตามฝั่ง เพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่อยู่ใต้น้ำเค็ม พืชพวกนี้มียอดใหญ่ ๆ 2 พวก คือพืชที่มีเมล็ดอยู่ในกรวย กรวยนี้ไม่ใช่ดอก พืชพวกนี้ได้แก่พวกต้นสนและเฟิร์น อีกพวกหนึ่ง ได้แก่ พืชมีดอก

โปรโตซัว

พวกสัตว์เซลล์เดียวในอาณาจักรสัตว์เรียกว่า พวกโปรโตซัว มันมีขนาดเล็กมาก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ในพวกนี้ อมบา (Amoeba) และพารามีเซียม (paramecium) เป็นที่รู้จักกันมากที่สุด



อมบา



พารามีเซียม



พองน้ำ

พอรียเฟอร่า

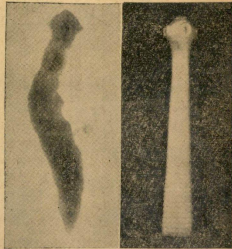
สัตว์ในสาขพอรียเฟอร่าได้แก่ฟองน้ำ (Sponge) ฟองน้ำที่เรา
รู้จัก เช่นที่เขาเอามาทำเบาะนั่ง มันเป็นซากสัตว์ตายแล้ว
ฟองน้ำเป็นสัตว์ แต่มันจะอยู่แต่เพียงที่เดียว คล้ายกับพืช ไม่
เคลื่อนที่ไปไหน ฟองน้ำส่วนมากอยู่ในทะเล แต่มันบางเหมือน
กันที่อยู่บนหาด

ซีเลนเทอร่าตา

แมงกะพรุน ปะการังเป็นสัตว์ในสาขานี้ บางก็มีรูปร่าง
เหมือนวงล้อ บางก็เหมือนร่ม มันมีหนวดอยู่ใกล้ปาก สำหรับ
กวาดเอาอาหารเข้าปาก บางพวกใช้หนวดตอץ ขำสัตว์ที่เป็นอาหาร
ของมัน

แอนเนลิดา

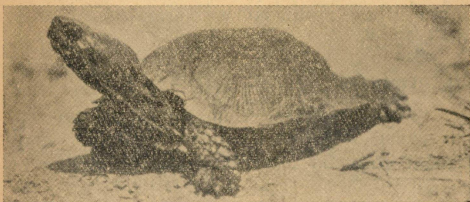
สัตว์ในสาขานี้ได้แก่พวก พยาธิ (worm) พยาธิมี 4 พวก
ด้วยกัน คือพวกตัวแบน พวกตัวเป็นวงล้อ พวกตัวกลม และ
พวกตัวเป็นปล้อง ๆ พวกเหล่านี้
ส่วนมากมักเป็นพาราไซต์ (para-
site) คอยเกาะกินอาหารจากสัตว์
อื่นและเจริญเติบโต ในร่างกาย
ของสัตว์อื่น ในร่างกายมนุษย์จะ
มีพวกพยาธิตัวตืด หงแบน และ
กลม และพยาธิปากขออาศัยอยู่
ใต้เดือนเป็นพยาธิพวกที่ล่า
ตัวเป็น ปล้อง ๆ คล้ายวงแหวน
มันมี ประโยชน์ ช่วย ทำให้ดิน
เป็นรูปพรุน ปลิงก็จัดอยู่ใน
สาขานี้ด้วย



พยาธิ

มอลลัสกา

สัตว์พวกนี้มีกระดองหุ้มตัวมัน มีมากมายหลายชนิดด้วยกัน
เป็นต้นว่า หอยต่าง ๆ หอยทาก ปลาหมึก เป็นต้น บางก็อยู่ใน

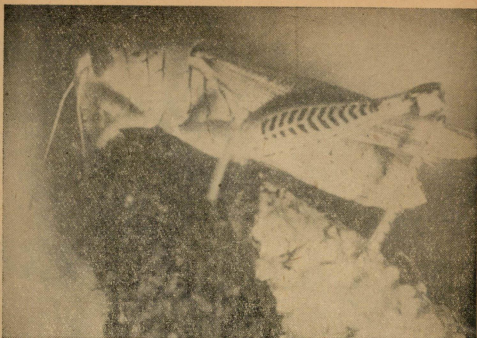


เต่าเป็นพวกสัตว์เลื้อยคลาน

ทะเล บางก็อยู่ในน้ำจืด แต่หอยทากอยู่ในที่ชื้น ๆ บนบก พวก
สัตว์มีกระดองนี้มีระบบย่อยอาหาร มีหัวใจ ๓ และประสาทสัมผัส
ปลาหมึกมีลูกตา พวกสัตว์ประเภทนี้มีประโยชน์เป็นอาหารของ
มนุษย์ และเปลือกหอยยังนำมาทำเป็นกะดุม หวี และอื่น ๆ ได้
อีกด้วย

อาร์โธรโปลา

ลำตัวของสัตว์พวกนี้เหมือนกับไส้เดือน คือเป็นปล้อง ๆ
สัตว์ในสาขานี้มากกว่าสัตว์ในสาขาอื่นรวมกัน ขาของมันจะมีข้อ
ต่อ บางพวกมีเกราะบาง ๆ หุ้มลำตัว สาขานี้มีเหล่าที่สำคัญอยู่ 3
เหล่าคือ พวกแมลง พวกปูและกุ้ง และพวกแมงมุมและแมง
ป่อง พวกแมลงมีปีก ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษแตกต่างไปจากอีกสอง
พวก ที่หุ้มหนวด พวกแมงมุม แมงป่องมี 8 ขา ส่วนแมลงมี 6 ขา

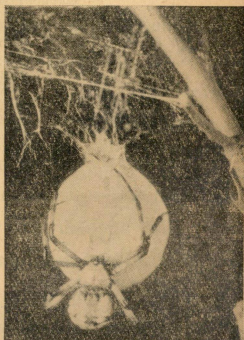


ตั๊กแตนขาไม้ข้อต่อ

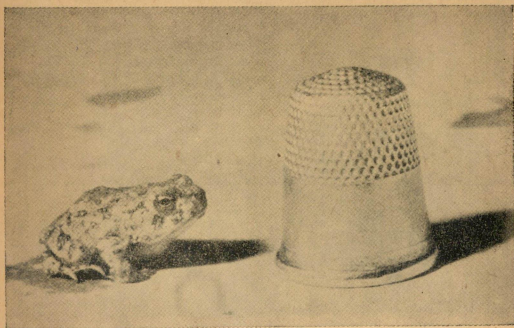
๘๘ เวอร์ทพราตา

สัตว์พวกนี้ มีลักษณะ
สำคัญคือ มีกระดูกสันหลัง
ได้แก่ ปลา สัตว์ครึ่งน้ำครึ่ง
บก หรืออัมฟิเบียน (amphi-
bian) นก สัตว์เลื้อยคลาน
และ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ปลาไซ้เหงือกหายใจเอา
ออกซิเจนจากน้ำ เหมือนกับ
เรามีปอดหายใจเอาออกซิเจน
จากอากาศ ปลาเป็น สัตว์
เลือดเย็น หมายความว่าอุณหภูมิ



แมงมุมมีแปดขา

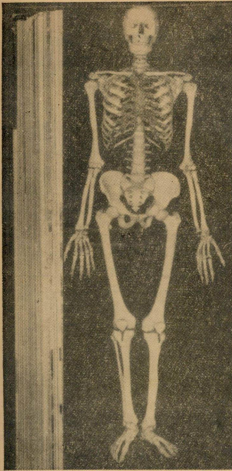


กบเป็นสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก

ภูมิของตัวมันเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม สัตว์
ครึ่งน้ำครึ่งบก สัตว์เลื้อยคลาน ก็เป็นสัตว์เลือดเย็น ส่วนสัตว์
เลื้อยลูกด้วยนม และนก เป็น สัตว์เลือดอุ่น อุณหภูมิของ
ร่างกายจะคงที่ตลอดฤดูกาล

สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก ได้แก่ กางคก กบ ในตอนที่มันยังเล็ก
มันจะอยู่ในน้ำและหายใจด้วยเหงือกเหมือนปลา มีลำตัวเหมือน
ปลา ไม่มีขา เมื่อโตขึ้น ขาจะงอกออกมา และหางจะหายไป
มันจะใช้ขาช่วยในการเคลื่อนที่ และมีปอดสำหรับหายใจ หน้จะ
ถน ขน และไม่มีเกล็ด

สัตว์เลื้อยคลานมีเกล็ด หรือหนังขรุขระ เช่น งู กิ้งก่า เต่า
จระเข้ บางพวกก็มีพิษ บางพวกก็ไม่มีพิษ สัตว์เลื้อยคลานไม่ได้มี



มนุษย์จัดอยู่ในพวกสัตว์มีกระดูกสันหลัง

แต่ให้โทษอย่างเดียว ที่มีประโยชน์ก็มี เช่น มันคอบกินแมลงและหนู หนังกินประโยชน์ใช้ทำรองเท้า กระเป๋า และเข็มขัด เป็นต้น

นกเกิดจากไข่ มีขน ปากแข็ง และขาเป็นกรงเล็บ พวกไก่และเบ็ดจัดอยู่ในประเภทนก เราอาศัยเนื้อและไข่ของนกบางชนิดเป็นอาหาร นอกจากนั้น มันยังคอบกินแมลงที่เป็นอันตรายแก่มนุษย์และพืชอีกด้วย

สัตว์เลื้อยคลานด้วยนมเป็นสัตว์ขนสูง สัตว์พวกนี้ออกลูกเป็นตัวเกือบทั้งหมด มันจะมีขน สัตว์พวกนี้จะมาต่อมสร้างนมสำหรับเลี้ยงลูก ระหว่างที่ลูกยังเล็กอยู่

แบบฝึกหัดบทที่ 5

ก. จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

เขาแบ่งสิ่งที่มีชีวิตออกเป็น.....และ.....
จากนั้นเขาแบ่งข้อลงไปเป็น.....และ.....
ตามลำดับ

อาณาจักรพืชแบ่งออกเป็น 4.....คือ

- (1)..... (2).....
(3)..... และ (4).....
แต่บางครั้งเขารวม.....และ.....
เข้าเป็นสาขาเดียวกัน และเรียกสาขานั้นว่า.....
อาณาจักรสัตว์แบ่งออกเป็นสาขาค้างนี้ คือ (1).....
(2)..... (3)..... (4).....
(5)..... (6)..... และ (7).....

ข. จงตอบคำถามต่อไปนี้

- สาขาทั้ง 4 ของอาณาจักรพืชมีอะไรบ้าง ?
จงกล่าวถึงลักษณะสำคัญของแต่ละสาขา
- พืชบางชนิดก็มีสี่เหลี่ยม บางชนิดก็ไม่มีสี่เหลี่ยม เพราะเหตุไร ? พืชทั้งสองอย่างนี้มีวิธีการดำรงชีวิตแตกต่างกันอย่างไร ?
- สัตว์เลือดเย็นและสัตว์เลือดอุ่น แตกต่างกันอย่างไร ? เพราะเหตุไรประเทศที่มีเอเภาศหนาวจัด จึงไม่มีแมลง ?
- จงกล่าวถึงลักษณะสำคัญของสัตว์ในสาขาต่าง ๆ ต่อไปนี้
 - โปรโตซัว
 - พอรีเฟอร่า
 - ซีเลนเทอร่าตา
 - แอนเนลิดา
 - มอลลัสกา
 - อาร์โทรโปดา
 - เวอร์เทบราตา

๔ บทที่ 6 เปลือกโลก

อายุของโลก

โลกเป็นดาวเคราะห์ดวงหนึ่ง เป็นบริวารของดวงอาทิตย์ การเกิดของโลกก็เหมือนกับการเกิดของดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ กล่าวคือแรกทีเดียว โลกเป็นกลุ่มก๊าซที่ร้อนจัด หลุดออกมาจากดวงอาทิตย์ ครั้นต่อมาก๊าซเหล่านี้เย็นตัวลง กลายเป็นวัตถุหลอมเหลวมีลักษณะเกือบเป็นทรงกลม รอบๆ วัตถุหลอมเหลวจะมีไอน้ำและอากาศหุ้มอยู่ เมื่อโลกเย็นตัวลงต่อไปอีก วัตถุหลอมเหลวตอนผิวนอกก็จะแข็งตัวกลายเป็นเปลือกโลก ไอน้ำที่อยู่รอบๆ ก็จะกลั่นตัวลงบนเปลือกโลก กลายเป็นมหาสมุทร ครั้งแรกนั้นใน



ทะเล และ มหาสมุทร ก็เป็นน้ำจืด แต่ต่อมาสารต่างๆ บนพื้นดิน ถูกฝนชะพัดพาลงไปสู่ทะเล น้ำในทะเลและมหาสมุทรจึงมีสารอนินทรีย์เจือปนอยู่มาก เป็นเหตุให้มันค่อยๆ เข้มข้นๆ ทุกวัน

อายุของโลกนับตั้งแต่เปลือกโลกเริ่มแข็ง เขาทราบจากการสำรวจหินบางอย่างโดยเฉพาะอย่างขิง คือ หินกัมมันตภาพ-

รังสี (radioactive rocks) ซึ่งมีธาตุกัมมันตภาพรังสีเช่น ยูเรเนียมปนอยู่ด้วย อะตอมของยูเรเนียมจะสลายตัวเปลี่ยนไปเป็นธาตุอื่นอยู่เรื่อย อัตราการเปลี่ยนแปลงของธาตุยูเรเนียมนั้นคงที่และแน่นอน

กลุ่มก๊าซหลุดออกมาจากดาวฤกษ์

ถ้าเราขยุเรเนี่ยมอยู่จำนวนหนึ่ง เช่น 1 กรัม ในเวลา 4,500,000,000 ปี ครึ่งหนึ่งของขยุเรเนี่ยม คือ $\frac{1}{2}$ กรัม จะกลายเป็นตะกั่วไป หลังจากนั้นอีก 4,500,000,000 ปี อีกครึ่งหนึ่งของขยุเรเนี่ยมที่เหลือ คือ $\frac{1}{4}$ กรัม ก็จะเปลี่ยนไปเป็นตะกั่ว เป็นเช่นนี้เรื่อย ๆ ไปไม่มีที่สิ้นสุด โดยการหาน้ำหนักของขยุเรเนี่ยมและน้ำหนักของตะกั่วในหิน นักวิทยาศาสตร์ก็จะสามารถบอกได้ว่า หินก้อนนั้นมีอายุเท่าไร

โดยการสำรวจหิน ก็มันันตภาพรังสี จากบริเวณต่างๆ บนโลก นักวิทยาศาสตร์ ลงความเห็นว่า โลกแก่งตัวเมื่อประมาณ 2,000,000,000 ปีมาแล้ว และโลกแยกออกมาจากดวงอาทิตย์ ไม่ต่ำกว่า 4,000,000,000 ปีมาแล้ว*

ส่วนประกอบของโลก

เราแบ่งโลกได้เป็นสามส่วนใหญ่ๆ คือ

- (1) ส่วนที่เป็นอากาศ เรียกว่า บรรยากาศ (atmosphere)
- (2) ส่วนที่เป็นน้ำ เรียกว่า ไฮโดรสเฟียร์ (hydrosphere)
- และ (3) ส่วนที่เป็นของแข็ง เรียกว่า ลิโทสเฟียร์ (lithosphere)

ส่วนที่เป็นของแข็งของโลก มีพื้นฐานเป็นทรงกลม แต่ตรงขั้วโลกแบนราบเล็กน้อย เส้นผ่าศูนย์กลางของโลกยาวประมาณ 8,000 ไมล์ โลกประมาณสามในสี่ส่วน มีน้ำปกคลุมอยู่ อีกหนึ่งในสี่ส่วนเป็นดิน

ภายในของโลกยังร้อนจัดอยู่ ดังจะเห็นได้จากเวลาภูเขาไฟระเบิด มันจะพ่น ลาวา (lava) ซึ่งเป็นวัตถุหลอมละลายออกมาจากภายในของโลก

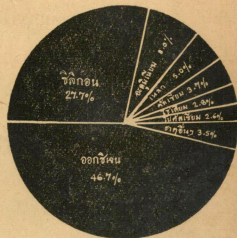
ส่วนที่เราเรียกว่าเปลือกโลกนี้ หนาประมาณ 25 ถึง 30 ไมล์เท่านั้น เปลือกโลกเป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ ผิวบนสุดของมันเป็นดินอุดม เหมาะสำหรับเพาะปลูก ได้ชั้นที่เบียดดินอุดม

* นักวิทยาศาสตร์บางคนคำนวณว่าโลกอาจมีอายุ 4,500,000,000 ปี และอาจมากหรือน้อยกว่านี้ได้ไม่เกิน 70,000 ปี

เป็นดินเหนียวหรือกรวด ลึกลงไปก็จะเป็นหินก้อนใหญ่ๆ ลึกลงไปจะเป็นชั้นของหิน

จากการสำรวจของนักวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่าสารที่ประกอบกันเป็นโลก เป็นสารที่มีอยู่บนดวงอาทิตย์ นั่นเป็นเหตุผลอันหนึ่งที่ทำให้เชื่อว่า โลกแยกออกมาจากดวงอาทิตย์ บนดวงอาทิตย์ สารเหล่านี้ร้อนจัดมาก จึงมีสถานะเป็นก๊าซ แต่บนโลกสารเหล่านี้เย็นตัวจนกลายเป็นของแข็ง เนื่องจากโลกเย็นกว่าดวงอาทิตย์มาก บรรดาธาตุทั้งหลายเกือบหมดทั้ง 92 ธาตุ* ได้รวมตัวกัน เกิดเป็นสารประกอบต่างๆ ขึ้นมากมาย ถ้าเราแยกดูสารต่างๆ ในดินและในหิน รวมทั้งในมหาสมุทรและในอากาศที่ประกอบกันเป็นโลก เราจะทราบได้คร่าวๆ ว่า โลกประกอบด้วยธาตุทั้ง 92 ธาตุ อย่างละประมาณเท่าไร

จากผลของการสำรวจของนักวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่าประมาณ สาม ส่วน ในสี่ ส่วนของโลก เป็นธาตุออกซิเจนและซิลิกอน (silicon) ตามรูป จะเห็นว่า ส่วนใหญ่ของอีก หนึ่ง ส่วน ที่เหลือประกอบไปด้วยธาตุอีก 5 ธาตุ ดังนั้น ธาตุที่มีมากบนโลก 7 ธาตุจะประกอบกันเป็น 96.5 % ของโลก ส่วนอีก 85 ธาตุนี้ รวมกันเป็นเพียง 3.5 % ของโลกเท่านั้น มันจึงมีอยู่น้อยมากบนโลก



ส่วนประกอบของโลก

*ธาตุที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบแล้ว มีทั้งหมด 102 ธาตุด้วยกัน แต่บางธาตุก็ไม่มีอยู่ในธรรมชาติ ธาตุที่มีอยู่ในธรรมชาติประกอบกันเข้าเป็นโลก มีอยู่ทั้งหมด 92 ธาตุด้วยกัน

การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก

การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก เริ่มมีมาตั้งแต่โลกเริ่มเป็นตัวลง ก๊าซที่ร้อนจัดจะเย็นลงกลายเป็นวัตถุหลอมเหลว ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นของแข็งเมื่อเย็นลง การหดตัวของเปลือกโลกที่เริ่มแข็งใหม่ ๆ ไม่เท่ากันทุกหนทุกแห่งไป บางแห่งหดตัวลงได้น้อยก็แข็งตัวเต็มทุกกลายเป็นภูเขาและสันเขา

ขณะที่เปลือกโลกภายนอกเย็นและแข็ง ภายในโลกยังร้อนระอุ และเป็นวัตถุหลอมเหลว ของเหลวและก๊าซที่ถูกกักขังอยู่ภายในจะพยายามค้นหาทางออก มันจะดันเปลือกโลกให้บุ๋บขึ้นและระเบิดออก กลายเป็นภูเขาไฟ หรือมันจะดันให้ผิวโลกกร้าวแยกออกจากกันเป็นช่องกว้างและยาว ลาวาจะไหลออกมาตามปล่องภูเขาไฟ หรือรอบร้าวบนพื้นโลกไปทั้บถมบริเวณข้างเคียง เมื่อลาวาเย็นลงมันก็จะกลายเป็นของแข็งไป นานเข้าเปลือกโลกก็ค่อยหนาขึ้นทุกที แรงดันภายในโลกก็จะทำให้เกิดแผ่นดินไหวอยู่เสมอ ๆ



ลาวาที่ร้อนจัดไหลออกมาจากปล่องภูเขาไฟ

ในระยะแรก เมื่อเปลือกโลกยังร้อนจัดอยู่ รอบๆ โลกเป็น
บรรยากาศที่หนาแน่น ภายหลังจากต่อมาจะกลายเป็นน้ำในทะเล
และมหาสมุทร ในตอนนั้นจะมีสภาพเป็นไอน้ำอยู่ เมื่อโลก
ค่อยๆ สูดเสียดความร้อน ไอน้ำซึ่งมีปริมาณมหาศาลจะรวมกัน
กลายเป็นเมฆหนามาก ความหนาของเมฆจะมาก จนกระทั่งว่า
มันบังแสงอาทิตย์ที่ส่งมายังโลกเสียหมด โลกในระยะแรกๆ จึง
มืดมิดอยู่ตลอดเวลา เมื่อโลกเย็นตัวต่อไป เมฆก็จะจับกลุ่มกัน
หนาเข้าและหนักเข้า ทำให้ลอยลงมาได้ต่ำใกล้ผิวโลก ไอน้ำ
จับตัวกลายเป็นเม็ดฝนตกลงมา แต่ยังไม่ทันถึงพื้นโลก มันก็จะ
ได้รับความร้อนเดือดเป็นไอลอยขึ้นไปอีก

ในที่สุดฝนก็จะตกลงถึงพื้นโลก ซึ่งยังเป็นหนatronกรุ่นอยู่
เมื่อกะพรวกกับหินร้อนมันก็จะเดือดเป็นไอลอยขึ้นไปอีก แต่ใน
การเป็นไอน้ำ มันพาเอาความร้อนไปจากโลกด้วย ทำให้โลก
เย็นเร็วเข้า ฝนจะตกและกลายเป็นไอน้ำพาความร้อนไปจากโลก
อยู่เช่นนั้นเป็นเวลาลหลายปี จนผิวโลกเย็นมากพอ ต่อไปเมื่อฝน
ตกมันก็จะไม่ถึงกับร้อนจนเดือดเป็นไอน้ำลอยขึ้นไปอีก น้ำร้อน
จะเริ่มซัดตามที่ต่ำเกิดเป็นทะเลสาบขึ้น น้ำในทะเลสาบจะเพิ่ม
มากขึ้นๆ จนไหลท่วมบริเวณที่ต่ำทั้งหมด กลายเป็นมหาสมุทรไป

ฝนจะตกอยู่ตลอดเวลา ทำให้ก้อนเมฆเบาและบางลง มัน
จะลอยสูงขึ้น ในที่สุดแสงสว่างจากดวงอาทิตย์จะเริ่มทะลุผ่าน
เมฆมาถึงพื้นโลกได้ จึงเกิดเป็นกลางวันและกลางคืนขึ้น แทนที่
โลกจะมืดมิดมืดแต่กลางคืนเพียงอย่างเดียว ลมก็จะพัดให้เมฆ
กระจัดกระจายออกจากกัน ฝนก็ตกหนักอยู่เรื่อยๆ เมฆจึงไม่หนา
ทึบเหมือนเดิม แสงแดดจึงทะลุผ่านมายังโลกได้สะดวก

เท่าที่กล่าวมา แสดงถึงว่าในระยะแรกโลกได้เปลี่ยนแปลงไป
อย่างไร จึงได้มีลักษณะเปลี่ยนมาเป็นโลกอย่างที่เรารู้จักทุกวันนี้

การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกเป็นไปโดยเชื่องช้ามาก จนในปัจจุบันนี้ เราเกือบจะไม่รู้สึกว่าได้มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเลย แม้ว่าโลกของเราจะคงเปลี่ยนแปลงอยู่เรื่อย ๆ ทุกขณะก็ตาม ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกจึงต้องติดตามศึกษาเรื่องนี้อยู่ตลอดเวลา

อำนาจที่ทำให้โลกเปลี่ยนแปลงอยู่เรื่อย ๆ มีอยู่สองพวกด้วยกัน คือ

(1) อำนาจจากภายในของโลก ได้แก่ความร้อนภายในโลก และแรงดึงดูดของโลก

(2) อำนาจของอากาศและน้ำ ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงผิวโลกโดยตรง

ภายในของโลกกับการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก

แม้ว่ามนุษย์ไม่เคยขุดพื้นโลกไปลึกเกิน 2 ไมล์ ซึ่งนับว่าน้อยมาก เมื่อคิดถึงวาระยะจากผิวโลกไปยังใจกลางโลกลึกถึงประมาณ 4,000 ไมล์ แต่นักวิทยาศาสตร์ก็ยังอาศัยเหตุผลและหลักฐานจากสิ่งอื่น ๆ สรุปลงความเห็นเกี่ยวกับสภาพภายในโลกได้ นักวิทยาศาสตร์เห็นพ้องกันเกี่ยวกับสภาพของโลกภายใน ดังนี้คือ

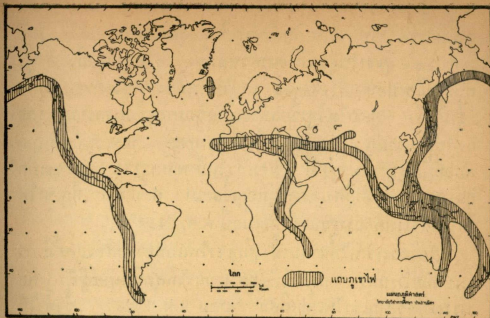
(1) ความหนาแน่นของโลกจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากผิวโลกไปสู่ใจกลางโลก ที่บริเวณใจกลางของโลก ความหนาแน่นจะมีค่าประมาณความหนาแน่นของเหล็ก

(2) บริเวณใต้เปลือกโลกมีสภาพเป็นวัตถุหลอมเหลว

(3) อุณหภูมิภายในโลกสูงมาก ประมาณ $40,000^{\circ}$ ฟาเรนไฮต์ถึง $90,000^{\circ}$ ฟาเรนไฮต์ที่จุดศูนย์กลางของโลก

ภูเขาไฟ (Volcano)

ที่บางแห่ง น้ำหนักของภูเขาจะกดพื้นโลกลงไป และถ้าบริเวณใกล้เคียงนั้นเปลือกโลกเป็นหินที่ไม่แข็งแรงพอ วัตถุหลอมเหลวจะถูกกดดันให้ระเบิดเปลือกโลกทะลุออกมา ภูเขาไฟ



แถบภูเขาไฟของโลก

ระเบิดเป็นหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่าภายในของโลกยังร้อนจัด ภูเขาไฟมีสองชนิดด้วยกัน คือ **แบบรอยแยกกว้าง (fissure)** และ **แบบกรวย (conical)**

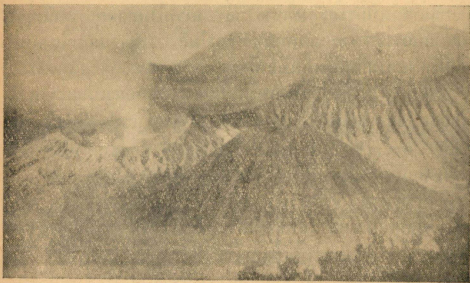
ภูเขาไฟแบบรอยแยกกว้าง เป็นช่องแยกที่ผิวโลก เปิดทางให้ลาวาภายในโลกไหลออกมาได้ ช่องหรือรอยร้าวของผิวโลกนั้นจะยาวมาก เป็นระยะทางหลายไมล์ ลาวาที่ไหลออกมาจะทับถมพื้นดินและพืชผักเป็นเนื้อที่หลายตารางไมล์ ลาวาที่ถมพื้นดินนั้นจะหนาตั้งแต่ไม่กี่ฟุตจนถึงเป็นพัน ๆ ฟุต

ภูเขาไฟไม่ได้อยู่อย่างกระจัดกระจาย แต่อยู่เป็นแถบ ๆ ที่เรียกว่า **แถบภูเขาไฟ (volcanic belts)** แถบภูเขาไฟมักจะอยู่ริมทะเล ช่งมูภูเขา และทะเลหรือมหาสมุทรที่อยู่ชายฝั่งมักจะถูกรูปข้างบนแสดงบริเวณแถบภูเขาไฟของโลก

โดยทั่วไป ภูเขาไฟจะดับเมื่อสิ้นเขาหรือภูเขาเริ่มอายุงานเข้า หรือถูกทำลายสึกกร่อนลงไป แต่ภูเขาไฟบางลูกซึ่งดูเหมือนว่าดับแล้ว อาจจะระเบิดขึ้นมาอีกก็ได้ ตัวอย่างเช่นในสมัยที่พวกโรมันมีอำนาจ เข้าใจกันว่าภูเขาไฟวิสุเวียส (Vesuvius) ดับ

แล้ว และภูเขาไฟลูกนี้ไม่เคยระเบิดเลยในสมัยของโรมัน ผู้คน
พลเมืองจึงเข้าไปทำมาหากินตั้งบ้านเรือนอยู่เชิงเขา แต่แล้วในปี
พ.ศ. ๖๒๒ ภูเขาไฟลูกนี้กระเบิดขึ้นมาอีก ลาวาหนาดิ่ง 30 ฟุต
ทับถมเมืองปอมเปอี (Pompeii) หายไปทั้งเมือง หลังจากการระเบิด
ครั้งนี้แล้ว ภูเขาไฟวิสุเวียสก็ระเบิดเป็นบางครั้งบางคราวอยู่เรื่อย
แต่ไม่รุนแรงนัก จนกระทั่งถึง พ.ศ. 1682 แล้วมันก็มัททำว่า
ดับอยู่เป็นเวลาถึง 500 ปี แต่แล้วในปี พ.ศ. 2174 มันก็ระเบิด
อย่างรุนแรงขึ้นมาอีก และคุกรุ่นอยู่เรื่อยมา ครั้งหลังสุดที่ภูเขาไฟ
วิสุเวียสระเบิดอย่างรุนแรง คือเมื่อปี พ.ศ. 2449

ในระยะเวลาไม่นานมานี้ ภูเขาไฟแบบกรวยสองลูกที่มีการ
ระเบิดอย่างรุนแรง การระเบิดอย่างรุนแรงที่สุดที่มนุษย์รู้จัก คือ
การระเบิดของภูเขาไฟเมอเดอนสิงหาคม พ.ศ. 2426 ซึ่งทำให้
เกาะกรากะเตา (Krakatao) ใกล้เคียงประเทศชวาระเบิดหายไปทั้งเกาะ
แรง ระเบิด สามารถ ทำให้ ภูเขา ครั่งซึก ลอย ขึ้น ไป ได้ สูง ใน อากาศ
เถื่อน และ เศษ หิน ถูก ดัน ขึ้น ไป ใน อากาศ ได้ สูง มาก และ ถูก พายุ
พัด พา ไป ใต้ รอบ โลก เถื่อน และ อนุภาค ถูก พัด พา ไป รอบ โลก
ทำให้เกิดปรากฏการณ์เช่น คือ เมื่อถึงเวลาดวงอาทิตย์ตกดิน
แสงสีแดงทำให้เกิดภาพทงดงมามาก และ เห็น กัน ได้ ทั่ว ทุก ทวีป



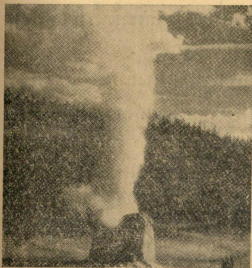
ภูเขาไฟ

พายุที่เกิดจากการระเบิดพัตรอบโลกถึงสามรอบ ทำให้บ้านเรือน
ที่อยู่ห่างถึงร้อยไมล์พังได้ ภูเขาไหลไปในทะเลได้เป็นร้อยๆ ไมล์
ทำให้เกิดคลื่นในมหาสมุทรปาซิฟิก เกาะต่างๆ หลายเกาะในมหา-
สมุทรได้รับความเสียหายหนักๆ คนประมาณ 35,000 คนต้องสูญ
เสียชีวิตเพราะการระเบิดคราวนี้

ภูเขาไฟอีกลูกหนึ่งคือภูเขาไฟเปเล (Pelée) การระเบิดของ
มันเมื่อเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2446 ทำลายเมืองเซนต์ปีแอร์พินาส
ไปทั้งเมือง ผู้คนถึง 25,000 คน ต้องสูญเสียชีวิต

ภูเขาไฟ แม้จะมีอำนาจทำลายอย่างใหญ่หลวง แต่ก็ยังมี
ประโยชน์บ้าง ลาวจะทับถมพื้นดิน นานเข้าลาวากลายเป็นดินไป
ดินนั้นเป็นดินอุดมมีปุ๋ยมาก ทำให้พืชงอกงามดี ในปล่องภูเขาไฟ
บางแห่งจะมีเพชรอยู่ด้วย เช่น บ่อเพชรทคิมเบอร์ลีย์ในอาฟริกาใต้
น้ำพุร้อน

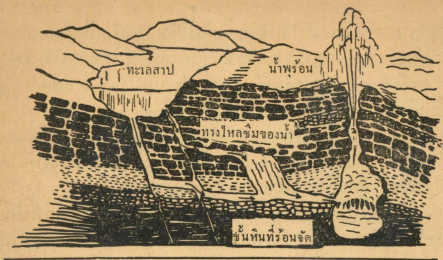
นอกจากภูเขาไฟแล้ว ยังมีหลักฐานที่แสดงอีกว่าภายในโลก
ยังร้อนอยู่ ในบริเวณที่เคยมีภูเขาไฟระเบิด บางที่จะมีน้ำพุร้อน
และบ่อน้ำร้อน ภายใต้อิฐโลกแถบนี้ ความร้อนยังมีอยู่ แต่
ไม่มากพอที่จะทำให้ภูเขาไฟระเบิดได้



น้ำพุร้อน

เมื่อน้ำบาดาลไหลผ่านหิน
ที่ร้อนกรุ่น และสามารถไหล
ขึ้นมาบนผิวโลกได้ ก็จะเกิด
บ่อน้ำร้อนขึ้น น้ำร้อนนั้นจะมี
แร่ต่างๆ ละลายอยู่ด้วย

น้ำพุร้อนมักจะพุ่งขึ้นไป
ในอากาศเป็นครั้งคราว ช่อก
ที่น้ำพุ่งขึ้นมาจะ อยู่เหนือ
หินที่ร้อนจัด น้ำจากบ่อน้ำ
ในบริเวณใกล้เคียงจะไหลริน
ลงไปสู่แอ่งน้ำใต้ดินเหนือหิน



การเกิดน้ำพุร้อน

ร้อนจนเต็ม น้ำในแอ่งจะร้อน แต่เนื่องจากความกดดันหมด น้ำในแอ่งสูง จุดเดือดของน้ำจึงสูงกว่าปรกติ น้ำในแอ่งจึงไม่เดือด แต่เมื่อได้รับความร้อนมันจะขยายตัวขึ้นมาตามช่อง ดันเอาน้ำที่อยู่ข้างบนให้ไหลล้นออกมา เป็นการทำให้ความกดดันในแอ่งน้ำร้อนต่ำ ช่วยให้ น้ำร้อนยิ่งยวด (superheated water) กลายเป็นไอทันที ไอที่เกิดขึ้นจะดันน้ำที่อยู่ให้ไหลพุ่งออกมาด้วยกำลังแรง หลังจากน้ำพุ่งออกมาแล้ว มันก็จะหยุดไป จนกระทั่งน้ำไหลจากบ่อลงไปเติมในแอ่งและช่องของน้ำพุจนเต็มอีก

แผ่นดินไหว (Earthquake) ภูเขาไฟจะพ่นขี้เถ้า หินละลายและก๊าซออกมาในการระเบิด ทำให้เปลือกโลกเปลี่ยนแปลงและก่อให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินได้เป็นอันมาก แต่แผ่นดินไหวมีอำนาจทำลายเสียยิ่งกว่าภูเขาไฟระเบิด บางบริเวณโลกยังมีการหดตัวอยู่เรื่อย ๆ ในการหดตัวนี้ เปลือกโลกบริเวณนั้นจะเกิดแรงดึงหรือแรงดัน ทำให้เกิดการแตกแยกหรือการเล่นของชั้นหิน การเปลี่ยนแปลง ทำนองนี้นานเข้าชั้นของหิน จะอึดโค้ง หรือ บิดออกไป เมื่อมันดันกันเอง ชั้นของหินก็อาจจะหักและถล่มลงได้



แผ่นดินไหวทำให้พื้นดินแยกจากกัน

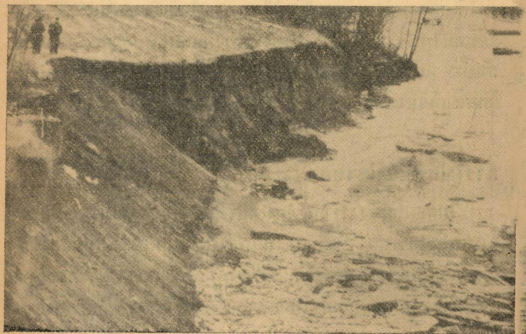
ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนไปทั่วในบริเวณใกล้เคียง ซึ่งเราเรียกว่าแผ่นดินไหว แผ่นดินไหวจะทำให้แผ่นดินแตกแยกออกจากกันบ้าง ถ้าหากรุนแรงมันจะทำให้บ้านเรือนหักพังเสียหาย และผู้คนถึงกับเสียชีวิต

การเปลี่ยนแปลงของผิวโลก

ในตอนที่แล้ว เรากล่าวถึงอำนาจความร้อนภายในโลก และการหดตัวของโลก ที่เป็นผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก การเปลี่ยนแปลงนี้อาจเกิดขึ้นแต่เพียงภายในผิวโลก หรืออาจแสดงให้เห็นปรากฏบนผิวโลกก็ได้ ต่อไปนี้จะได้กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกภายนอก หรือผิวโลก สิ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ น้ำ และอากาศ

น้ำ ดังได้กล่าวแล้วว่า ผิวโลกชั้นน้ำปกคลุมอยู่ถึงสามในสี่ส่วน ทวีปโลกยังมีน้ำแข็งปกคลุมอยู่อีก น้ำในแม่น้ำลำคลองจะไหลลงสู่ที่ต่ำ และไหลลงสู่ทะเล ทางเดินของแม่น้ำคดเคี้ยวไปมา กระแสน้ำที่ไหลแรงอาจเซาะฝั่งข้างของแม่น้ำให้พังลง และน้ำทางฝั่งแหลมจะไหลค่อย ไคลน และทรายที่น้ำอ้อมมากจะตกลงทับถมฝังให้ดินขึ้นเกิดเป็นดินงอกขึ้นมา บางแห่งกระแสน้ำไหลไปถึงบริเวณที่หินแข็ง มันเซาะให้พังได้ยาก ทางน้ำก็จะไหลอ้อมหินแข็งนั้นไป ทำให้แม่น้ำคดเคี้ยวมากขึ้น

เมื่อฝนตก น้ำไหลลงมาตามไหล่เขา เนื่องจากไหล่เขาเป็นทิวเขาน้ำจึงไหลแรง และพัดพาก้อนหินเล็กๆ และกรวดลงไปด้วย หินและกรวดจะถูไปตามทางที่มันถูกพัดพาไปให้เป็นร่อง นานเข้าร่องนี้จะลึกและกว้างขึ้นทุกที ก้อนหินและกรวดที่ถูกลำ



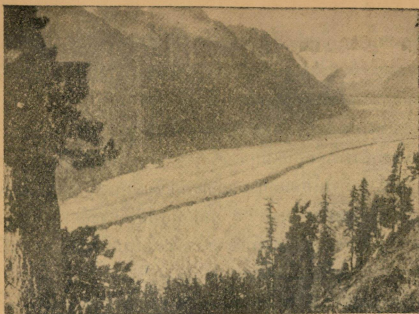
กระแสน้ำเซาะให้ฝั่งแม่น้ำพังลง

พัดพามา^๕ เมื่อมันเสียดสีและกระทบกับหินอื่น^๕ ก็จะค่อย ๆ^๕
สึกกร่อน^๕ หรือแตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ จนกระทั่งในที่สุด มันปั่น
ละเอียด กลายเป็นดินอยู่ตามทิวาบนดินเขา

น้ำสามารถข่มลงไปยังตามรอยร้าวในหิน พอถึงหน้าหนาว
ในเมืองหนาวน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง น้ำเมือกกลายเป็นน้ำแข็งจะ
ขยายตัว ทำให้หินแตกแยกออกจากกันเป็นก้อน เมื่อน้ำแข็ง
และหิมะละลายหรือฝนตก ก้อนหินเหล่านี้ก็จะถูกพัดพาไปบด
กระทบกับหินด้วยกันแตกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยจนปั่นละเอียด เกิด
เป็นดินชนิดดังกล่าวแล้วข้างบน

น้ำในแม่น้ำลำธารจะพัดพาหินและกรวดลงสู่ทะเล เมื่อถึง
ปากอ่าวน้ำทะเลจะประทะมันทำให้ไหลช้าลง หินและกรวดที่น้ำอุ้ม
ไปก็จะตกลงสู่ท้องน้ำ อนึ่งควรทราบไว้ด้วยว่า น้ำทะเลข่มเกลือก
ต่าง ๆ ละลายปั่นอยู่ก็ช่วย ทำให้หิน ละเอียด ๆ ที่ ปั่น อยู่ใน น้ำโคลน
จากแม่น้ำลำธารตกตะกอนได้รวดเร็วขึ้น น้ำเข้าท้องน้ำตรงนั้น
จะตื้นเขิน เกิดเป็นแผ่นดินรูปพัดหรือรูปสามเหลี่ยม ที่ตรงปากน้ำ
ซึ่งเราเรียกว่า เดลตา (Delta) ดินที่เดลตานอุดมสมบูรณ์มาก
เหมาะสำหรับเพาะปลูก

ธารน้ำแข็ง (Glacier) ในเมืองหนาว หิมะตกลงมาปกคลุม
ยอดเขามากกว่าที่แสงแดดจะละลายมันได้ทัน หิมะจะทับถมกัน
จนกระทั่งหนาหลายฟุต น้ำหนักของหิมะจะมากจนกระทั่งมันอัด
หิมะข้างล่างให้เกาะกันเป็นน้ำแข็งก้อนใหญ่ น้ำแข็งเหล่านี้จะเลื่อนลง
มาตามไหล่เขา เป็นธารน้ำแข็ง ธารน้ำแข็งนี้จะดันเอาหินลงมาด้วย
และก้อนหินเหล่านี้ก็จะกระทบกับก้อนหินอื่นจนปั่นละเอียดไป แม้
ว่าธารน้ำแข็งจะเคลื่อนเพียงปีละไม่กี่ฟุตก็ตาม มันสามารถจะตัด
ไหล่เขาให้เป็นร่องได้ลึกและกว้างมาก การกระทำของธารน้ำแข็ง



ธารน้ำแข็ง

นั้นติดต่อกันไปอยู่เรื่อย เพราะหิมะที่ตกลงมาบนยอดเขาทุกปี จะทำให้เกิดก้อนน้ำแข็งบนยอดเขาเสมอ น้ำแข็งเมื่อลงมาถึงเชิงเขาก็จะถูกแสงแดดเผาให้หลอมเหลว กลายเป็นน้ำไหลพาเอาตะกอนไปด้วย ธารน้ำแข็งนี้ทำให้ภูเขาสึกกร่อนจนมีขนาดเล็กและเตี้ยลงกว่าเดิม

การสึกกร่อนของภูเขา ก็มีส่วนทำให้เกิดภูเขาลูกใหม่ขึ้นได้เหมือนกัน ดินและหินจากภูเขาและที่ราบสูงจะถูกน้ำพัดพาไปสู่ทะเล ตะกอนดินและหินจะจมลงสู่ท้องน้ำ นานเข้าก็จะทับถมกันหนาขึ้น พวกโคลนเลนที่ทับถมกันนี้จะแข็งตัว และถูกกดลงบนชั้นของหินที่อยู่ภายใต้ แรงกดดันจะทำให้หินข้างล่างที่ยังร้อนและยังอ่อนตัวอยู่เคลื่อนออกไป แรงกดดันนี้ทำให้ก้อนหินในบริเวณใกล้เคียงถูกดันขึ้นมา นานๆ เข้ามันก็จะสูงมากจนจนกลายเป็นภูเขาไป แต่กว่าจะมีภูเขาเกิดขึ้นใหม่ ก็จะใช้เวลานานหลาย ๆ พันปี

ยุคน้ำแข็ง (Ice Ages) เราทราบแล้วว่า ธารน้ำแข็งเกิดขึ้นได้อย่างไร และทำให้ผิวโลกเปลี่ยนแปลงไปได้อย่างไร นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าในสมัยดึกดำบรรพ์ โลกมีฤดูหนาวที่หนาวจัดและยาวนาน ฤดูร้อนก็เพียงแต่เย็นๆ เท่านั้น ไม่ถึงขั้นอุ่น และฤดูร้อนยาวเพียงบะลอกไม่กี่สัปดาห์ ลักษณะเช่นนี้เกิดขึ้นสักร้อยๆ ปี นักวิทยาศาสตร์บางคนเชื่อว่าเหตุที่มฤตุหนาวอันยาวนานและหนาวจัด ก็เพราะเกิดจุดดับ (Sun spots) บนดวงอาทิตย์มาก จนความร้อนที่ดวงอาทิตย์ส่งมายังโลกมีปริมาณน้อยมาก ในฤดูร้อนก็ไม่ร้อนพอที่หิมะตกในฤดูหนาวจะละลายได้ทัน หิมะเหล่านี้ทับถมกันหนาหลายพันฟุต ทางซีกโลกเหนือหิมะจะหนามาก

การเกิดหิมะทับถมกันหนามากจนเป็นน้ำแข็งนี้ มี 4 ครั้งด้วยกัน ทุกครั้งเมื่อความร้อน จากดวงอาทิตย์ ส่งมายังโลกมีปริมาณเท่าปกติ น้ำแข็งจะหลอมเหลวบ้าง ไม่หลอมเหลวบ้าง แต่มันจะไหลไปและทำให้ผิวโลกเปลี่ยนแปลงไปมาก ธารน้ำแข็งจะหอบเอาก้อนหินใหญ่เล็กจำนวนมากติดไปด้วย ก้อนหินนี้จะเสียดสีทำให้ผิวโลกที่มันผ่านไปสึกกร่อนเปลี่ยนแปลงไป เมื่อสิ้นยุคน้ำแข็ง น้ำแข็งจากธารน้ำแข็งก็ละลายเป็นน้ำไหลไปทางอนปล่อยก้อนหินไว้กลายเป็นเนินกรวดเนินหินขึ้น

ลม ลมและพายุสามารถหอบเอาดิน กรวด ทราย และก้อนหินเล็กๆ ไปด้วยได้ วัตถุที่ลมหอบไปนั้นจะไปกระทบกับเนินหรือเขา มันสามารถจะขัดสีเนินและเขาให้สึกกร่อนและคอดลงทีละน้อยๆ การสึกกร่อนนั้นมักจะเป็นที่ส่วนล่างของเนินและเขานานๆ เข้าความคอดอาจมีมาก จนเนินและเขาขาดไปก็ได้

วัตถุที่ลมหอบไปด้วยนี้ เมื่อกำลังลมอ่อนลง หรือมีสิ่งกีดขวางทางลมให้กำลังค่อยลง มันก็จะตกลงทับถมพินดิน นานเข้าก็จะทับถมกันมากจนเป็นสันหรือกำแพงขึ้น ตัวอย่างเช่น สันทราย (Sand dunes) ในทะเลทราย

แบบฝึกหัดบทที่ 6

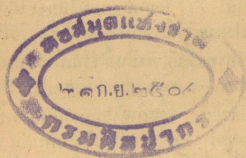
ก. จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

โลกแบ่งออกได้เป็น.....ส่วน คือ.....
และ.....ธาตุสำคัญที่ประกอบกันเป็นโลก
 มี.....

ภายในของโลกร้อนกว่าผิวโลก หลักฐานประกอบ คือ.....
และ.....วัตถุ.....
 ที่ภูเขาไฟพ่นออกมา เรียกว่า.....ภูเขาไฟที่มีสองชนิดคือ.....
 และ.....ภูเขาไฟที่มีการระเบิดรุนแรง มีภูเขาไฟ.....

ข. จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. โลกมีอายุเท่าไร ? เขามีวิวัฒนาการของโลกได้อย่างไร ?
2. จงเล่าถึงการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก เมื่อสมัยที่เปลือกโลกยังร้อนจัดอยู่
3. อำนาจที่ทำให้เปลือกโลกเปลี่ยนแปลงมีอะไรบ้าง ?
4. สภาพภายในของโลกเป็นอย่างไร ?
5. มีหลักฐานอะไรบ้างที่แสดงว่าภายในของโลกยังร้อนอยู่ ? ภูเขาไฟเกิดขึ้นได้อย่างไร ?
6. แผ่นดินไหวเกิดขึ้นได้อย่างไร ?
7. ดิน เกลตา สันทราย เกิดขึ้นได้อย่างไร ?
8. ลม และน้ำ ทำให้ผิวโลกเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง ?



บทที่ 7

ดิน หิน และแร่

ดิน

เราได้กล่าวในบทก่อนแล้วว่า ก้อนหิน กรวด ทราย จะเสียดสีกัน โดยมีลม น้ำฝน ความร้อน และธารน้ำแข็งช่วย จนในที่สุดมันจะบิ่นละเอียด เกิดเป็นดินขึ้น ดินหมายความว่ารวมถึงก้อนหินเล็กๆ กรวด ทราย ดินตะกอน และดินเหนียว

การเกิดของดินนั้นเป็นไปโดยเชื่องช้ามาก กว่าดินจะเกิดได้หนาสัก 1 นิ้วก็กินเวลานับเป็นร้อยๆ ปี ดินเป็นของผสมของแร่ สารอินทรีย์ น้ำ และอากาศ เราไม่เรียกหินบิ่นว่าเป็นดิน จนกว่ามันจะผสมคลุกเคล้ากับสารอินทรีย์แล้ว การเกิดของดินเริ่มจากการที่ลม แดด ฝน และน้ำแข็ง ทำลายให้หินค่อยๆ บิ่นละเอียด หินบ่นหรือหินที่ผุพังจะอยู่เหนือของหินแข็ง น้ำ และอากาศจะแทรกซึมอยู่ได้ในระหว่างหินบ่น รากของพืชจะงอกลงไปตามหินบ่นบาง สัตว์เล็กๆ เช่น บักเตรี มด และไส้เดือน จะอาศัยอยู่ในหินบ่นบาง สารอินทรีย์บน เช่น ใบไม้ จะร่วงทับถมไปบนหินละเอียด เมื่อสารอินทรีย์เหล่านี้เน่าเปื่อยผุพังไปบ้าง มันจะกลายเป็นสิ่งที่เราเรียกว่า ฮิวมัส (humus) ฮิวมัสก็คือสารอินทรีย์ที่เน่าเปื่อยผุพังนั่นเอง ฮิวมัสจะเกิดได้ดีก็ต่อเมื่ออุณหภูมิไม่สูงนักและไม่ต่ำนัก คืออยู่ราวๆ 80 องศาฟาเรนไฮต์ ดินจะดีหรือไม่ดีขึ้นอยู่กับว่าฮิวมัสมากหรือน้อย ถ้ายังมีฮิวมัสที่ผิวดินมาก ดินก็จะอุดมสมบูรณ์ เหมาะแก่การเพาะปลูก

ดินที่มีกรวดและทรายมาก จะอุ้มน้ำไว้ไม่อยู่ มันยอมให้น้ำไหลซึมไปได้ง่าย จึงไม่เหมาะแก่การเพาะปลูก ส่วนดินเหนียวอุ้มน้ำไว้ได้มากไป อาจทำให้รากพืชเน่า นอกจากนั้นดินเหนียว

ค่อนข้างแน่น อากาศซึมลงไปได้ยาก เวลาแห้งมันก็จะแข็ง และแตกกระแวง จึงไม่เหมาะแก่การเพาะปลูกอีกเหมือนกัน ดินที่มีอิทธิพลสมอยู่จะเป็นดินร่วน ยอมให้อากาศซึมเข้าไปได้ และสามารถอุ้มน้ำไว้ได้พอเหมาะกับความต้องการของพืช

ธรรมชาติเปลี่ยนหินให้เป็นดินอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้น ธรรมชาติยังเปลี่ยนดินให้เป็นหินอีกด้วย แม้ว่าจะพัดพาเอาดิน และทรายไปทับถมท้องทะเล นานเข้าดินและทรายชั้นบนก็จะกดดิน และทรายชั้นล่างให้อัดตัวกันแน่นขึ้นทุกที จนในที่สุดมันจะกลายเป็นหินตะกอนไป หินตะกอนนี้อาจถูกคลื่นขึ้นมาจากท้องทะเลได้ และอาจถูกทำลายให้กลายเป็นดินโดยวิธีดังกล่าวได้อีก จึงเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงจากหินไปเป็นดิน และจากดินไปเป็นหิน ไม่มีที่สิ้นสุด

เราได้อาศัยดินสำหรับการเพาะปลูก ลักษณะของดินซึ่งเหมาะสำหรับการเพาะปลูกมีอยู่ 3 ประการคือ

(1) ดินจะต้องมีดินเหนียวหรือดินตะกอนปนอยู่ด้วย เพื่อให้สามารถอุ้มน้ำไว้เลี้ยงรากของพืช

(2) ดินจะต้องมีดินหยาบ คือ กรวดและทรายปนอยู่ด้วย จะได้มีรูพรุนให้อากาศแทรกซึมไปถึงรากของพืชได้ เพราะรากพืชก็ต้องการอากาศเหมือนกับใบของพืช ดินที่เหมาะสมสำหรับเพาะปลูก ควรจะมีอากาศถึงร้อยละ 50 โดยปริมาตร

(3) ดินจะต้องมีสารเคมีที่เหมาะสม มากพอควรสำหรับเป็นปุ๋ยของพืช สารเคมีเหล่านี้จะเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ โดยดินพืชที่ตายไปจะผุพังเน่าเปื่อยกลายเป็นปุ๋ย แต่ปุ๋ยที่เกิดจากการผุพังเน่าเปื่อยของพืชจะเกิดได้ช้ามาก ไม่เพียงพอแก่ความต้องการของพืช เราจึงต้องใส่ปุ๋ยที่ทำขึ้นลงไปในดินเพื่อบำรุงพืชของเรา

ดินชั้น มีรูพรุนให้อากาศแทรกซึมอยู่ได้ และมีสารเคมี
ปนอยู่ เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ เราจึงจำเป็นต้องสงวน
รักษามันไว้ จะได้กล่าวถึงการสงวนรักษาดินอุดมในบทที่ห้าด้วย
การสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติ

ส่วนผสมของดิน

เราแบ่งชนิดของดินออกเป็นก้อนหินเล็กๆ กรวด ทราย ดิน
ตะกอน และดินเหนียว ในดินชนิดต่างๆ เหล่านี้จะมีพวกแร่ต่างๆ
สารอินทรีย์ น้ำ และอากาศผสมอยู่ด้วย หินไม่ว่าจะเป็นสัก
เพียงไร เราก็มินับว่าเป็นดิน ถ้าหากว่ามันไม่มีสารอินทรีย์ปน
อยู่ด้วย สารอินทรีย์ที่ปนอยู่ในดิน ได้จากการเน่าเปื่อยผุพังของ
ต้นไม้ ใบไม้ และซากสัตว์ต่างๆ

การเปลี่ยนแปลงของผิวดิน

ลมทำให้ผิวดินเปลี่ยนแปลง ผิวดินที่เป็นดินอุดม โดยปกติ
จะมีหญ้าและพืชนานงามปกคลุมอยู่ รากของพืชจะยึดดินไว้
ถ้าปราศจากพืชและหญ้าปกคลุม ลมและพายุก็สามารถหอบเอาดิน
ไปได้ เพราะมันไม่มีอะไรคอยยึดเหนี่ยว หรือปะทะให้กำลัง
ของลมอ่อนลง เมื่อปราศจากหญ้าปกคลุม แสงแดดก็จะแผดเผา
ให้ดินกลายเป็นฝุ่นสะตอกแก่การที่ลมจะพัดพาไป ทำให้ดินที่
เหลืออยู่เป็นดินไม่ดี ขาดปุ๋ย ไม่เหมาะสำหรับเพาะปลูก แผ่นดิน
ที่เบียดทะเลทรายแห้งแล้งนั้น ครึ่งหนึ่งที่เคยเป็นดินอุดมเหมาะแก่
การเพาะปลูก แต่ลมพัดพาเอาผิวดินไปเสียหมด จึงเหลือแต่ทราย

น้ำทำให้ผิวดินเปลี่ยนแปลง ลมและน้ำทำให้ดินเปลี่ยนแปลง
ได้คล้ายๆ กัน ฝนที่ตกลงมา จะชะเอาผิวดินซึ่งเป็นดินอุดมให้
ไหลลงสู่แม่น้ำลำคลอง และลงไปสู่ทะเลในที่สุด ดินที่เหลือจะ
เป็นดินที่ไม่เหมาะสำหรับทำการเพาะปลูก น้ำท่วมที่เขยวักจะชะพา
ดินไปได้มาก จึงควรระวังอย่าให้ผิวดินว่างเปล่า ควรมีพืช ต้นไม้
และหญ้าคอยยึดดินเอาไว้ ช่วยผ่อนกำลังของกระแสน้ำให้อ่อนลง

มนุษย์ทำให้ผิวดินเปลี่ยนแปลง มนุษย์ได้อาศัยผิวดินสำหรับ
ทำการเพาะปลูก ดินมีปุ๋ยธรรมชาติผสมอยู่ พืชได้ปุ๋ยเหล่านั้น
ไปเป็นอาหาร ช่วยให้นั่งองงามมีดอกมีผล ปุ๋ยในผิวดินจึง
นับแต่จะหมดไป ปุ๋ยที่เกิดขึ้นใหม่ตามธรรมชาติซึ่งได้จากการ
เน่าเปื่อยทับถมของพืชและสัตว์ที่ตาย จะมีไม่พอที่จะทดแทนปุ๋ย
ที่ใช้ไป ถ้าหากปลูกพืชโดยไม่เอาใจใส่ระวังเรื่องปุ๋ย พืชผลที่
ได้ก็จะไม่มากหรือดีพอ จึงต้องระวังพยายามเพิ่มเติมปุ๋ยให้แก่
ผิวดินเสมอ

ต่อไปเราจะได้กล่าวถึงเรื่องต่างๆ เหล่านี้โดยละเอียด เมื่อ
พูดถึงการสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติ

หิน

ดินที่อยู่บนผิวโลก แม้จะมีความสำคัญและมีประโยชน์มาก
แต่ก็มีความหนาไม่มากนัก ภายใต้อินดินจะเป็นชั้นของดินเหนียว
และกรวด ต่ำลงไปจะเป็นชั้นของหินก้อนใหญ่ๆ ต่ำลงไปอีก
ชั้นหนึ่งจะเป็นชั้นของหินหนาและแข็ง ชนิดของหินในชั้นล่างนี้
และวิธีที่ชนของหินเรียงตัวกัน จะช่วยให้เราทราบเรื่องราวต่างๆ
เกี่ยวกับโลกได้มาก

ชนิดของหิน

หินอาจแบ่งออกได้เป็น หินอัคนี (igneous rock) และ หิน
ตะกอน (sedimentary rock) หินอัคนีได้แก่หินซึ่งเกิดจากการ
แข็งตัวของวัตถุหลอมเหลว ซึ่งครั้งหนึ่งเคยอยู่ภายในโลก หิน
ตะกอนเกิดจากการตกตะกอนของวัตถุที่ทับถมกันแน่นที่ท้องน้ำ หิน
ตะกอนไม่เคยหลอมเหลวมาก่อน

มีหินอีกชนิดหนึ่ง คือ หินแปร หรือ หินกลาย (metamorphic
rock) เมื่อหินอัคนีหรือหินตะกอนได้รับความร้อนสูง แต่ไม่ถึงกับ
หลอมเหลว และได้รับแรงกดสูงจนมันมีรูปร่างเปลี่ยนไป โครง
สร้างของมันจะเปลี่ยนไปด้วย กลายเป็นหินแปร หินแปรจึงมี
ทั้งที่เกิดจากหินอัคนี และที่เกิดจากหินตะกอน

หินอัคนี

ชนิดของหินอัคนี ที่ควรรู้จักมีดังนี้ คือ

หินแกรนิต (Granite) เมื่อดูวัตถุหลอมละลายถูกดันผ่านชั้นของหินขึ้นมา และค่อยๆ เป็นตัวลงภายใต้ความกดดันสูงมาก มันจะแข็งตัวลง กลายเป็นของแข็ง เรียกว่าหินแกรนิต หินแกรนิตมักอยู่ภายใต้ผิวโลกลึกประมาณ 1 ไมล์ บางครั้งหินแกรนิตอาจจะไหลขึ้นมาบนผิวโลก การที่เป็นเช่นนั้นได้ก็เพราะว่ามันถูกดันขึ้นมา หรือดินและหินที่อยู่เหนือนั้นสึกกร่อนหายไป เนื่องจากหินแกรนิตเกิดขึ้นจากการเย็นตัวลงอย่างช้าๆ ของวัตถุหลอมละลาย มันจึงมีเวลาให้สารที่เป็นส่วนประกอบตกผลึกได้ ดังนั้นผิวของหินแกรนิตจึงเป็นผลึกต่างๆ สวยงาม

หินบะซอลต์ (Basalt)

ลาวา หรือ หิน หลอม เหลว ซึ่งแข็งตัวเร็ว ทำให้ผลึกของสารที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็กมาก หินที่เกิดขึ้นคือหินบะซอลต์ หินบะซอลต์มักจะมืดดำ เทาแก่ หรือสีน้ำตาล

ออบซิเดียน (Obsidian)

เมื่อ ลาวา บางชนิด เย็นตัวโดยกะทันหัน มันไม่มีโอกาสตกผลึกได้ จึงกลายเป็นหินที่เรียกกันว่าออบซิเดียน หินพวกนี้ มีลักษณะเหมือนแก้ว ผิดกันแต่ว่า มันมักจะมืดดำ หรือสีคลา เมื่อแตกออกเป็นเสี่ยงๆ ริมของมันจะแหลมคมมาก



หินแกรนิต



หินบะซอลต์



หินออบซิเดียน



หินตาน



หินปุน



หินคอนโกลัสเมอเรต

หินชนิดต่างๆ

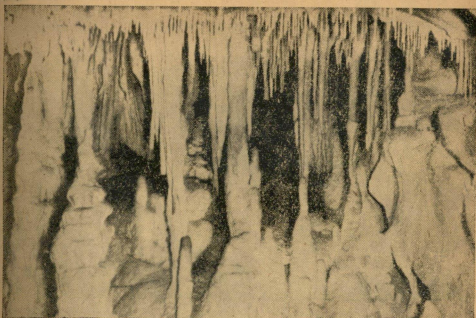
หินตะกอน

หินปูน (Limestone) เปลือกหอยหรือกระดูกของสัตว์ทะเลซึ่งเป็นสารคัลเซียม คาร์โบเนต (calcium carbonate) ทับถมกันอยู่มากๆ นานเข้าจะเกิดเป็นหินสีขาวขุ่นค่อนข้าง 'อ่อน' เรียกว่าหินปูน ถ้าเผาหินปูนในอากาศ จะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon-dioxide) ออกมา และส่วนที่เหลือจะเป็น **ปูนดิบ** (quicklime) เมื่อหินปูนถูกความร้อนจากธรรมชาติและอยู่ภายใต้ ความกดดันสูง คาร์บอนไดออกไซด์จะหาทางออกมาไม่ได้ มันจะกลายเป็น **หินอ่อน** (marble) ทั้งหินปูน และ หินอ่อนมีประโยชน์ มากในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน ทั้งจังหวัดสระบุรีมีเขาหินอ่อนเป็นลูก ๆ หินอ่อนจากเขาเหล่านี้มีสีต่าง ๆ สวยงาม อุตสาหกรรมหินอ่อนในประเทศไทยเรากำลังจะเจริญขึ้น

หินปูนจะเกิดที่ท้องทะเล แต่บางครั้งจะพบหินปูนในที่ห่างจากทะเลมาก ๆ ก็มิ แสดงว่าบริเวณที่พบหินปูนนั้น ครั้งหนึ่งเคยเป็นทะเลมาก่อน

เมื่อน้ำฝนซึมลงไปในพื้นที่นั้น มันจะละลายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากพืชที่กำลังเน่าเปื่อย เกิดเป็นกรดคาร์บอนิก (carbonic acid) น้ำฝนซึ่งมีกรดคาร์บอนิกอยู่ด้วย เมื่อไหลไปถึงหินปูน กรดจะสามารถละลายหินปูนได้ และน้ำฝนจะพัดพาเอาหินปูนที่ถูกละลายตามไปด้วย ถ้าเป็นเช่นนั้นหลาย ๆ ปีจะเกิดเป็นโพรงใหญ่อยู่ใต้พื้นดิน ถ้าโพรงนั้นทางออกมาสู่ผิวโลก เราเรียกมันว่า **ถ้ำหินปูน**

ถ้ำหินปูนที่มีขนาดใหญ่และยาวมากก็มี ที่เพดานของมันจะมี หินสีขาววาวเหมือนน้ำแข็งหอยขยอลงมา หินนี้เกิดจากน้ำที่ซึมลงมาถึงเพดานของถ้ำหยดลงจากเพดาน น้ำนั้นหินปูนละลายอยู่ด้วย เมื่อน้ำระเหยไปหมด จะเหลือแต่หินปูนเกาะอยู่ที่เพดานถ้ำ นาน



หินย้อยและหินงอก

เข้าหินปูนก็จะพอกพูนมากเข้า และห้อยจากเพดานถ้ำลงมายาว
จนทุกที เราเรียกหินปูนที่ห้อยย้อยจากเพดานของถ้ำว่า หินย้อย
(stalactites) หยดนาทเพดานถ้ำ บางที่ยังไม่ทันระเหย ก็ตกลง
บนพื้นถ้ำเสียก่อน แล้วจึงระเหย จึงเกิดเป็นหินงอกขึ้นจากพื้นถ้ำ
เรียกว่า หินงอก (stalagmites) เมื่อหินงอกและหินย้อยยาวมาก ๆ
มันจะบรรจบกันกลายเป็นต้นเสาหินขึ้นในถ้ำ ในถ้ำต่างๆ เช่น
ถ้ำจอมพล และถ้ำเขาบิน ที่จังหวัดราชบุรี มีหินงอกและหินย้อย
สั้แปลกๆ สวยมาก

ทะเลทางซีกใต้ของโลก มีเกาะหินปะการัง (coral) ตามชาย
ฝั่งของทวีปออสเตรเลียบางตอน และเกาะในบริเวณนั้นก็มีหิน
ปะการัง หินปะการังคือหินปูน ซึ่งเกิดจากกระดูกหรือเปลือก
ของสัตว์ทะเลตัวเล็กๆ หินปะการังจะมีลักษณะเหมือนกิ่งไม้สวย
งามมาก แต่มันแหลมคมและแข็งเป็นอันตรายต่อการเดินเรือทะเล
มาก เพราะถ้าเรือไปชนมันเข้าก็จะถึงแก่อัปปาง



หินปะการัง

หินทราย (Sandstone) เมื่อทรายไปกองทับถมกันอยู่ในท้องมหาสมุทร และมีขอล็ค หรือสารอน ซึ่งมุกุณสมบัติยึดทรายให้เกาะติดกันปนอยู่ด้วย ทรายจะถูกผสมและเกาะกันเป็นหินทราย หินที่ผุเว่ยบกอนไม่ได้นัก มักจะจมอยู่ท้องทะเลปนกับทราย เมื่อกอนหินถูกทำให้เกาะติดกัน มันจะเป็นกอนหินเรียกว่า คอนโกลีเมอเรต (Conglomerate) ซึ่งมีลักษณะต่างๆ กัน

หินดาน (shale) เมื่อโคลนตมธรรมชาติ ตกตะกอนรวมกันอยู่มากๆ ที่ท้องทะเล มันจะกลายเป็นหินสเทาหรือส่านเงิน เรียกว่าหินดาน ถ้าหินดานได้รับความกดดันสูงๆ จากธรรมชาติ มันจะเปลี่ยนไปเป็นหินชนวน (slate) ซึ่งเป็นหินแปรชนิดหนึ่งซึ่งเกิดจากหินตะกอน เนื่องจากหินชนวนเกิดในลักษณะเป็นแผ่นบางเรียว เขาจึงนำมาทำกระดานดำ และกระดานชนวน

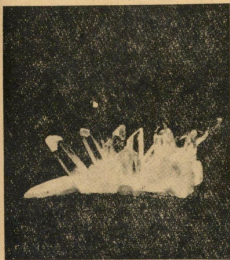
แร่ (Mineral)

แร่บางชนิดเป็นสารประกอบอย่างสามัญ เป็นต้นว่า ควอตซ์ (quartz) ก็คือซิลิกอน ไดออกไซด์ (silicon dioxide) คัลไซต์ (calcite) ก็คือคัลเซียม คาร์โบเนต (calcium carbonate) แต่แร่

บางอย่างก็เป็นของผสมของธาตุหลายอย่าง ซึ่งตกผลึกด้วยกัน เช่น เฟลด์สปาร์ (feldspar) ประกอบด้วยอะลูมิเนียม ออกซิเจน ซิลิกอน โพแทสเซียม โซเดียม และแคลเซียม เฟลด์สปาร์เป็นแร่ที่มีมากในหินแกรนิต

แร่บางชนิดมีมากในธรรมชาติ เช่น ควอตซ์ และเฟลด์สปาร์ มีมากจนราคาถูกลงมาก แร่บางชนิดเช่น ทับทิม มรกต และเพชร หาได้ยากมาก จึงมีราคาแพงมาก แร่บางอย่างเกิดในหินอัคนี ซึ่งฝังอยู่ลึกใต้ผิวโลก บางอย่างเกิดในหินตะกอน

รูปร่างของผลึกของแร่ต่างๆ แตกต่างกันไป ผลึกชนิดหนึ่งๆ จะมีลักษณะแน่นอน เป็นระเบียบ ริมของมันจะตรง และผิวจะเรียบ แร่บางอย่างจะมีผลึกเป็นรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ บางอย่างเป็นรูปปริзмัตสองรูปซึ่งมีฐานชนกัน ควอตซ์ มีผลึกเป็นรูปหกเหลี่ยม ลักษณะของผลึกจะเป็นแบบไหน สุดแต่การจัดเรียงตัวของอะตอมของผลึก



ผลึกของควอตซ์

รูปร่างของผลึกของแร่ อาจใช้เป็นเครื่องบอกได้ว่าแร่ในธรรมชาติเป็นแร่อะไรได้ แร่หาได้ยาก และผลึกมีลักษณะสวยงาม เช่น เพชร พลอย ใช้เป็นเครื่องประดับกาย แร่บางชนิดใช้ในเครื่องวิทยุ

แร่ที่มีความสำคัญมากในการอุตสาหกรรม มีแร่เหล็ก แร่ดีบุก แร่ตะกั่ว แร่ทองแดง ฯลฯ แร่เหล่านี้เป็นส่วนประกอบของธาตุเหล็ก ดีบุก ตะกั่ว และทองแดง นานับใคร่เลี่ยม และถ่านหินกันนับว่าแร่ จะได้กล่าวถึงเรื่องแร่ต่อไปโดยละเอียดในโอกาสต่อไป

แบบฝึกหัดบทที่ 7

ก. จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

ตัวการที่ทำให้ผิวดินเปลี่ยนแปลงมี.....
 และ..... หินมี..... ชนิด คือ.....
 และ..... หินแกรนิตเป็นหิน.....
 เกิดจาก..... หินดานเป็นหิน.....
 สามารถเปลี่ยนไปเป็นหิน..... ซึ่งจัดอยู่ในพวกหิน.....
อย่างหนึ่ง
 แร่ เป็นสาร..... บางอย่างเกิดในลักษณะเป็น.....
 มีรึน..... และผิว.....

ข. จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ดินที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก ควรมีลักษณะอย่างไร ?
2. ลม น้ำ ทำให้ผิวดินเปลี่ยนแปลงอย่างไร ?
3. หินมีกี่ชนิด ? อะไรบ้าง ? แต่ละชนิดแตกต่างกันอย่างไร ?
4. หินแกรนิต, หินบะซอลต์ และหินออบซิเดียน แตกต่างกันอย่างใด ?
5. หินงอกและหินย้อยเกิดขึ้นได้อย่างไร ?
6. จงอธิบายถึงหินต่อไปนี้มาอย่างย่อๆ
 หินปูน หินอ่อน หินดาน หินชนวน
7. เพราะเหตุใด ผลึกบางชนิดจึงมีลักษณะเป็นรูปทรงเรขาคณิต ?

บทที่ 8

น้ำ

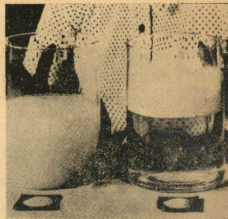
น้ำจำเป็นต่อชีวิต

น้ำเป็นสารประกอบที่สำคัญ เราใช้น้ำดื่ม อาบ ชักฟอก และใช้น้ำในการอุตสาหกรรม น้ำจึงเป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวันของคนเรา ที่สำคัญยิ่งคือ น้ำเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชีวิต สัตว์และพืชต้องการน้ำเพื่อการดำรงชีวิต ถ้าขาดน้ำเสียแล้ว พืชและสัตว์ก็จะตายหมด นอกจากพืชและสัตว์ต้องการน้ำเพื่อดำรงชีวิตแล้ว น้ำยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของพืชและสัตว์อีกด้วย ปริมาณร้อยละ 70 ของน้ำหนักของร่างกายเราเป็นน้ำ แดงมีมน้ำอยู่ประมาณร้อยละ 98 โดยน้ำหนัก แมงกะพรุนมีน้ำประมาณร้อยละ 99 โดยน้ำหนัก

ในอากาศมีน้ำ แต่เราไม่อยู่ในอากาศนั้นเป็นไอน้ำ ไอน้ำในอากาศมีมากน้อยแตกต่างกันไปตามสถานที่ เมฆก็กลั่นองน้ำรวมกันอยู่เป็นกลุ่มนั่นเอง

น้ำอ่อน น้ำกระด้าง (Soft and hard water)

น้ำในแม่น้ำลำคลอง มักจะมีแร่บางอย่างละลายปนอยู่ เวลาฟอก สบู่ จะทำให้ไม่เป็นฟอง หรือเกิดฟองได้ยาก เราเรียกน้ำเช่นนี้ว่า น้ำกระด้าง ความกระด้าง ของน้ำเกิดจากในน้ำมีสารประกอบของแคลเซียมหรือแมกนีเซียม ละลายอยู่ น้ำในท้องที่เหม็นปูน (แคลเซียม คาร์โบเนต) มักจะเป็นน้ำกระด้าง



น้ำกระด้าง น้ำอ่อน และสบู่

ถ้าเอาสบู่ไปละลายใน
น้ำกระด้าง จะเกิดโคลหรือ
ตะกอนสบู่ขึ้น สบู่ทำ
ปฏิกิริยาทางเคมีกับสาร ที่
เป็นต้นเหตุแห่งความกระด้าง
ของน้ำ โดยเหตุนี้สบู่จึง
ไม่สามารถทำหน้าที่ซักฟอก
ให้ได้เต็มที่ การเกิดตะ
กอนของสบู่ทำให้สิ้นเปลือง
สบู่มาก นอกจากนี้ แร่ที่
ละลายอยู่ในน้ำกระด้าง จะ
ตกตะกอนจับหนาเป็นแผ่น
เรียกว่า ตะกรัน อยู่ทั่วทุกกา
ดมน้ำ ตะกรันนี้เป็นฉนวน



ตะกรันจับอยู่ภายในกา

ความร้อน กล่าวคือปล่อยให้ความร้อนผ่านตัวมันไปได้ยาก เวลา
ต้มน้ำจึงต้องสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากกว่าปรกติ

น้ำที่เมื่อน้ำสบู่ไปละลายเกิดเป็นฟองสบู่ขึ้นได้โดยง่าย เป็น
น้ำอ่อน มันไม่มีสารประกอบของแคลเซียม และมีกัมมะขมละลาย
อยู่ เราสามารถทำน้ำกระด้างให้เป็นน้ำอ่อนได้ โดยเติมโซดาซักผ้า
(โซเดียม คาร์โบเนต) ลงไปในน้ำกระด้าง โซดาซักผ้าจะรวมตัว
กับแร่ที่ทำให้น้ำกระด้างกลายเป็นสารประกอบที่ไม่ละลายในน้ำ มัน
จะตกตะกอน โดยเหตุนี้ เราจึงสามารถแยกแร่ที่ทำให้น้ำกระด้าง
ออกจากน้ำได้ เมื่อแร่เหล่านี้ถูกแยกออกไปแล้ว น้ำกระด้างก็จะ
กลายเป็นน้ำอ่อน

เขมกแบ่งน้ำกระด้างออกเป็นสองชนิด คือ น้ำกระด้างขี้
ควาว และ น้ำกระด้างถาวร น้ำกระด้างขี้ควาวนั้นเมื่อเอาไปต้มก็

จะหายกระต้าง เพราะสารประกอบที่ทำให้หน้ากระต้างจะตกตะกอน แต่น้ำกระต้างถาวรนั้น แม้จะต้มก็ไม่หายกระต้าง เพราะไม่ตกตะกอน แต่อย่างไรก็ตามโซดาซักผ้าจะแก้การกระต้างทั้งสองชนิดได้

๕.๔ น้ำคั้น

น้ำที่ใช้น้ำคั้น ส่วนมากเป็นน้ำบ่อและน้ำประปา แต่บางแห่งก็ใช้น้ำฝน หรือน้ำตามแม่น้ำลำคลอง หนองบึง เมื่อฝนตกมันก็ไหลซึมไปตามพื้นดิน ลงสู่หนองบึง แม่น้ำลำคลอง ตามพื้นดินมีพวกแบคทีเรียและพวกจุลินทรีย์อยู่เป็นจำนวนมาก บางทีเป็นโทษ บางทีเป็นประโยชน์ ทำให้โทษเป็นอันตรายก็มี เช่น เชื้อไขราเกิดسادและเชื้อโรคบิด ถ้าเราดื่มน้ำที่มเชื้อโรคเหล่านั้นเข้าไป มันจะเข้าไปเจริญเติบโตขยายพันธุ์อยู่ในลำไส้และในร่างกายของเรา อาจทำให้ถึงแก่ความตายได้

โดยเหตุผลดังกล่าวแล้ว น้ำดื่มจึงต้องเป็นน้ำสะอาด ปราศจากเชื้อโรค และตะกอน ถ้าน้ำดื่มมีตะกอนก็อาจทำให้เป็นน้ำได้ ส่วนมากในเมืองใหญ่ๆ โดยมากใช้น้ำประปาสำหรับดื่ม เพราะน้ำประปาเป็นน้ำสะอาด ปราศจากเชื้อโรค

การประปา

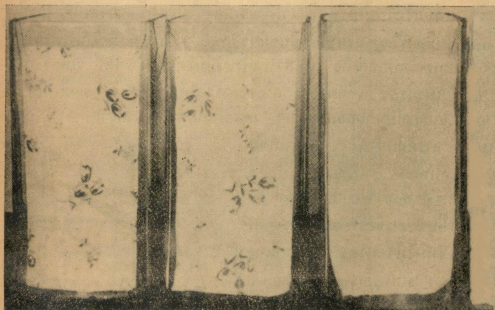
น้ำที่เอามาทำน้ำประปา มักเป็นน้ำที่เขาขังไว้ในอ่างเก็บน้ำหรือคลองขุด ซึ่งอยู่ในย่านที่ไม่มีผู้คนอยู่หนาแน่น เขาต้องคอยระวังไม่ให้ใครทิ้งขยะมูลฝอย หรือสัตว์ตายลงในน้ำ อ่างเก็บน้ำหรือคลองที่เขาสร้างใหญ่โต เพื่อกักน้ำจากแม่น้ำหรือน้ำฝนใหม่ปริมาณเพียงพอสำหรับใช้ในระหว่างหน้าแล้งด้วย อ่างและคลองประปาซึ่งทำหน้าที่พกน้ำนั้น ช่วยทำให้น้ำสะอาดขึ้นด้วย กล่าวคือจะช่วยให้ตะกอนในน้ำตกลงไปนอนที่ก้น น้ำจากที่พกน้ำ เขาปล่อยให้ไหลไปตามคลองหรือท่อไปยังที่ทำการประปา เพื่อทำให้น้ำสะอาดเหมาะสำหรับเป็นน้ำดื่ม

เครื่องควบแน่นเป็นท่อสองชั้น ชั้นในสำหรับให้ออน้ำผ่าน ส่วน
ชั้นนอกให้น้ำเย็นผ่าน อน้ำในท่อในจะถ่ายความร้อนให้น้ำเย็น
แล้วตัวมันเองกลายเป็นหยดน้ำ ไหลลงไปสู่ภาชนะที่รองรับ น้ำที่
ได้นี้คือ น้ำกลั่น ซึ่งเป็นน้ำบริสุทธิ์

คลอรีน (Chlorine)

ในเรื่องการทำน้ำประปา เราทราบว่าคลอรีนเป็นก๊าซพิษ เรา
ผ่านมันไปในน้ำ เพื่อฆ่าเชื้อโรค ในตอนนี้จะควรทราบเรื่องราว
เกี่ยวกับคลอรีนบ้างตามสมควร

คลอรีนเป็นก๊าซ มีสีเขียวปนเหลือง เป็นก๊าซที่หนักกว่า
อากาศ และมีกลิ่นฉุน มันเป็นก๊าซที่ไวต่อปฏิกิริยาเคมี สามารถ
รวมกับโลหะหลายชนิดและไฮโดรเจนได้ดี



การฟอกสีน้ำของคลอรีน

เราอาจเตรียมคลอรีนได้ง่าย ๆ โดยใช้ผงฟอกสี (bleaching powder) กับกรดเกลือเข้มข้น ผงฟอกสีเป็นผงสีขาว มีชื่อทางเคมีว่า คลอรีน ออกซิคลอไรด์ เอาผงฟอกสีสักหนึ่งช้อนใส่ลงไปในกระบอกแก้วสูง แล้วเติมกรดเกลือเข้มข้นลงไป จะได้ก๊าซสีเขียวปนเหลืองออกมา ซึ่งเป็นก๊าซคลอรีน

ควรทราบด้วยว่า เราอาจเตรียมคลอรีนได้โดยใช้เกลือแอง (โซเดียมคลอไรด์) ที่เราใช้ปรุงอาหาร ผสมกับกรดกำมะถันเข้มข้นก็ได้ แต่ในกรณีที่ต้องอุ่นไฟจึงจะได้ก๊าซคลอรีน

คลอรีนนอกจากจะใช้ฆ่าเชื้อโรค ยังใช้สำหรับฟอกสีของสิ่งต่าง ๆ เช่น ใบไม้ ดอกไม้ ปอ ฟาง กระดาษ และผ้าได้อีกด้วย ถ้าจะฟอกผ้าสีให้ขาว ระวังว่าจะต้องเป็นผ้าที่ทำจากพืช จะใช้กับผ้าที่ทำจากขนสัตว์ไม่ได้ เพราะคลอรีนจะกัดทำลายผ้าที่ทำจากขนสัตว์ ผ้าสีที่จะฟอกด้วยคลอรีนจะต้องเปียกน้ำ คลอรีนจะทำปฏิกิริยากับน้ำและรวมกับไฮโดรเจนในน้ำ ปล่อยให้ออกซิเจนจากน้ำเป็นอิสระ ออกซิเจนที่เกิดขึ้นจะรวมตัวกับสารมืดสี กลายเป็นสารที่ปราศจากสี เราอาจเขียนปฏิกิริยา แสดงการฟอกสีของคลอรีนได้ดังนี้

1. ก๊าซคลอรีน รวมกับ น้ำ ได้ กรดเกลือ และ ออกซิเจน
2. สารมืดสี รวมกับ ออกซิเจน ได้ สารไม่มีสี

หลังจากใช้คลอรีนฟอกสีของผ้าแล้ว จะต้องเอาผ้าไปล้างน้ำให้เกลี้ยง ไม่ให้มีกรดเกลือและคลอรีนติดอยู่ มิฉะนั้นแล้ว มันจะกัดผ้าขาดหมด

ก๊าซคลอรีนเป็นก๊าซพิษ ซึ่งฝ่ายเยอรมันใช้ทำลายข้าศึกในสงครามโลกครั้งที่ 1 ก๊าซพิษเมื่อหายใจเข้าไปจะทำลายเยื่อหุ้มปอด และทำให้ถึงตายได้ ดังนั้นเวลาเตรียมก๊าซคลอรีน ควรระวังไม่สูดเข้าไปมาก และถ้าเตรียมในห้อง ควรเปิดประตูหน้าต่างให้หมด ที่จริงควรเตรียมในตู้กระจกทึบปล่อยระบายก๊าซออก

ควรควรเตรียมน้ำดื่มน้ำจิบจากกรองระบายออก

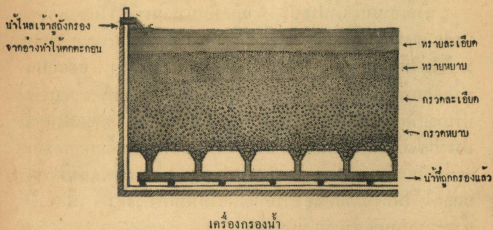
การทำให้เน่าเสียอดน้ำ ควรทำเป็น 5 ขั้นตอนด้วยกัน เมื่อทำเสร็จแล้วน้ำที่ได้อาจจะใสสะอาด เป็นน้ำอ่อน ไม่มกสน และรส และปราศจากเชื้อโรค จนทง 5 มตงนคอ

1. การตกตะกอน (Sedimentation)
2. การกรอง (Filtration)
3. การผ่งลมและแดด (Aeration)
4. การเจือปนขาวและโซดาซักผ้า (Lime-soda treatment)
5. การเจือคลอรีน (Chlorination)

การตกตะกอน น้ำถูกถ่ายไปขังในอ่างคอนกรีต (ลิกประมาณ 15 ฟุต) เอสารส้มไปละลายในน้ำ สารส้มจะทำให้โคลนและบักเตรีบงอย่างตกตะกอนจมลงสู่ก้นอ่าง หลังจากทปล่อยให้น้ำอยู่นิ่ง ๆ ในอ่างประมาณ 2-3 ชั่วโมง จึงถ่ายมันไปเข้าสู่เครื่องกรอง

การกรอง เครื่องกรองแบ่งเป็นชั้น ๆ ดังในรูป ชั้นบนสุดเป็นทรายละเอียด รองลงมาเป็นชั้นของทรายหยาบ ต่อลงไปอีกชั้นหนึ่งเป็นกรวดละเอียด และชั้นล่างสุดเป็นกรวดหยาบ

ในการกรองนี้ เขาเปลี่ยนน้ำจากอ่างที่ทำให้มันตกตะกอนให้เข้าทางด้านบนของเครื่องกรอง ทรายจะกรองเอาตะกอนและบักเตรีไว้ได้เกือบหมด ทผ่านไปได้ก็อาจถูกชั้นต่อ ๆ ไปกรองเอาไว้ น้ำที่ไหลออกมาจากเครื่องกรอง จึงพอนับได้ว่า ปราศจากตะกอนและบักเตรี



การฝังลมและแดด ในชนนเขาฉันทนาชนไปบนอากาศเพื่อให้
โดนแสงแดด และอากาศ เป็นการกำจัดกลิ่นและรส แต่ก็จะ
ช่วยฆ่าเชื้อโรคที่เหลอยู้อย่าง

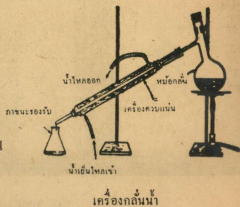
การเจอปูนขาวและโซดาซักผ้า หลังจากที่เราตรวจความ
กระด้างของน้ำแล้ว เราจะเติมปูนขาวและโซดาซักผ้าลงไปเพื่อ
กำจัดความกระด้าง ทำให้น้ำกลายเป็นน้ำอ่อน

การเจือกลอรีน ในชนนเขาผ่านก๊าซคลอรีนไปในน้ำ เนื่องจาก
จากคลอรีนเป็นก๊าซพิษ จึงต้องใช้มันแต่น้อย พอที่จะฆ่าเชื้อโรค
ที่ยังคงเหลอยูในน้ำเท่านั้น แต่ไม่มากพอที่จะเป็นอันตรายต่อชีวิต
มนุษย์ หลังจากชนนแล้ว น้ำจะสะอาดปลอดภัย เหมาะสำหรับ
เป็นน้ำดื่ม

การกลั่น (Distillation)

แม้ว่าน้ำประปาเป็นน้ำสะอาดและปลอดภัยใช้ เป็นน้ำดื่มได้
แต่มันไม่ใช่ น้ำบริสุทธิ์ เวลาเราพูดถึงน้ำบริสุทธิ์ เราหมายถึงน้ำที่
ไม่มีสารใดๆ ทั้งสิ้นเจอปนอยู่ด้วยเลย น้ำประปายังมีสารหลาย
ชนิดเจอปนอยู่บ้าง แต่สารเหล่านั้นไม่มีโทษต่อร่างกาย และยังทำ
ให้น้ำมีรสขมนิดหน่อย ถ้าต้องการจะได้ น้ำบริสุทธิ์ จะต้องแยก
เอาสารที่ปนอยู่ออกไปให้หมด วิธีแยกนั้นเขาใช้การกลั่น

การกลั่นนั้นเขาเอาน้ำมาต้ม
ให้เดือด น้ำจะกลายเป็นไอน้ำ
ทำให้ส่งที่ เจอปน ทั้ง หลาย ขง
เป็นของ แข็งค้าง อยู่ใน หม้อต้ม
เขาทำให้ไอน้ำที่ระเหยออกไป
กลายเป็นน้ำอีกครั้งหนึ่งโดยผ่าน
ไปตามท่อ ซึ่งมีชื่อเรียกว่า
เครื่องควบแน่น (Condenser)



แบบฝึกหัดบทที่ 8

ก. จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

น้ำกระด้างมีสารประกอบของ.....และ.....ละลายอยู่
เมื่อฟอกสบู่ จะเกิด.....ของสบู่ ถ้าฟอกสบู่ในน้ำอ่อน จะเกิดเป็น.....
.....ได้ง่าย เพราะน้ำอ่อนไม่มีสารประกอบของ.....และ.....
ละลายอยู่ เราทำให้น้ำกระด้าง กลายเป็นน้ำอ่อนได้ โดยเติม.....
ลงไป

น้ำกระด้างชั่วคราว ซึ่งมีสารประกอบของแคลเซียมและแมกนีเซียม อาจแก้ได้โดยการ.....
.....แต่น้ำกระด้างถาวร ซึ่งมีสารประกอบของแมกนีเซียมและแมกนีเซียม
อยู่จะแก้ได้โดยวิธีอื่นไม่ได้

น้ำดื่มจะต้องเป็นน้ำ.....ปราศจาก.....
การทำน้ำประปา ควรมี 5 ขั้นตอน คือ (1).....(2).....
(3).....(4).....(5).....

เครื่องกรองน้ำ ชั้นบนสุดเขาใช้.....รองลงมาเป็น.....
.....ชั้นที่สามเป็น.....และชั้นล่างสุดใช้.....
.....เพื่อกรองเอา.....ไม่ให้ผ่านไปได้

น้ำบริสุทธิ์ ได้แก่น้ำที่.....เจือปนอยู่ เราทำน้ำให้
บริสุทธิ์ได้ โดย.....

ผงฟอกสี มีชื่อทางเคมีว่า.....เมื่อผสมกับกรดเกลือเข้มข้น
จะได้.....คลอรีนรวมกับน้ำได้.....และ.....
วิธีการที่ทำให้สารมีสีกลายเป็นสารไม่มีสี ได้แก่.....

ข. จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. น้ำอ่อน และน้ำกระด้างต่างกันอย่างไร ? จะทำน้ำกระด้างให้เป็นน้ำอ่อนได้อย่างไร ?
2. น้ำกระด้างมีโทษอย่างไรบ้าง ?
3. น้ำดื่มควรมีคุณสมบัติอย่างไร ?
4. จงเล่าถึงขั้นต่างๆ ของการทำน้ำประปา
5. น้ำบริสุทธิ์คืออะไร ? การกลั่นน้ำเขาทำอย่างไร ?
6. จงกล่าวถึงสมบัติ ประโยชน์ และโทษ ของคลอรีน
7. จะเตรียมคลอรีนเพียงเล็กน้อยอย่างง่าย ๆ ได้อย่างไร ?

บทที่ ๙

น้ำ (ต่อ)

น้ำธรรมชาติ

น้ำธรรมชาติมีอยู่ ๔ ประเภทด้วยกัน คือ

๑. น้ำฝน
๒. น้ำท่า
๓. น้ำทะเล
๔. น้ำบาดาล

น้ำฝน

น้ำฝนเป็นน้ำธรรมชาติบริสุทธิ์ที่สุด เกิดจากไอน้ำในอากาศกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำ แล้วตกลงมาสู่พื้นโลก ในท้องที่ที่ไม่มีนาประปา เขื่อนกั้นน้ำฝนจากหลังคาไว้ดม น้ำฝนเป็นน้ำอ่อนเหมาะสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม แต่เนื่องจากจะต้องรอน้ำเก็บเอาไว้เมื่อฝนตก และถ้าไม่มีฝนตกก็จะขาดแคลนน้ำ จึงมักเป็นการไม่สะดวกอย่างยิ่ง

น้ำท่า

น้ำท่าคือน้ำจืดในลำธาร หนอง บึง และแม่น้ำลำคลอง มีนํ้าสารอนละลายปนอยู่ด้วย แต่มีอยู่มากน้อยหรืออะไรบางอย่างนั้น ขึ้นอยู่กับดินและหินที่น้ำไหลผ่านมาน้ำท่ามีสารประกอบของธาตุต่างๆปนอยู่มากชนิด หนึ่งมากที่สุดก็คือ สารประกอบของคลอรีน

น้ำทะเล

น้ำในแม่น้ำลำคลองจะไหลลงสู่ทะเลและมหาสมุทร พาเอาสารที่ละลายอยู่ตามไปด้วย น้ำทะเลมีสารละลายปนอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้มันมีรสแปลกตมไม่ลง ธาตุที่มีอยู่มากในน้ำทะเลได้แก่ โซเดียม โปตัสเซียม แมกนีเซียม คลอรีน กัมมะถัน ฟอสฟอรัส และโบรมีน ธาตุพวกนี้อยู่ในลักษณะเป็นสารประกอบธาตุที่มีมากที่สุดในน้ำทะเล ก็คือ โซเดียม มันอยู่ในลักษณะเป็น

สารประกอบระหว่างโซเดียมกับคลอรีน มีชื่อว่าโซเดียมคลอไรด์ หรือที่เรารู้จักกันว่า เกลือแกง ซึ่งเราใช้ปรุงอาหาร สมมุติว่าเราเอาน้ำทะเลในถังจุ 1 ลูกบาศก์ไมล์มาแยกดู จะปรากฏว่า นอกจากสารประกอบของธาตุอื่นๆแล้ว จะมีสารประกอบของธาตุที่สำคัญๆ คิดเป็นน้ำหนักได้ดังต่อไปนี้

สารประกอบของธาตุ	น้ำหนักเป็นตัน
โซเดียม	40,000,000
แมกนีเซียม	5,500,000
แคลเซียม	1,700,000
โพแทสเซียม	1,600,000
โบรมีน	270,000



นาเกลือ

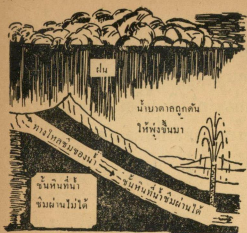
คงทราบกันดีแล้วว่า เกลือกประโยชน์มาก เกลือกเราได้จากทะเล เขาใช้ทดน้ำทะเลมาตากแดดให้แห้งในนาเกลือ บางท้องที่เขาขุดเกลือกจากใต้ดิน เกลือกจากใต้ดินนั้นคือเกลือกสินแร่ดิบบริเวณที่มเกลือกอยู่ใต้ดินนั้น ครึ่งหนึ่งเคยเป็นทะเลสาบน้ำเค็มแต่ภายหลังแห้งไป เกลือกจึงถูกดินทับถมอยู่

๕ นาบาคาล

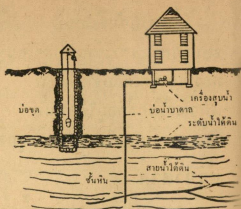
คงทราบกันทุกคนว่า น้ำสามารถไหลซึมลงไปในดินได้ น้ำที่ซึมอยู่ในดินนี้เอง ช่วยให้พืชสามารถดำรงชีวิต และเจริญเติบโตได้ เมื่อฝนตก น้ำไหลซึมลงไปในพื้นที่นั้น มันจะลงไปจนกระทั่งถึงชั้นของพื้นดิน ซึ่งอมตัวด้วยน้ำ กล่าวคือมันได้รับน้ำเอาไว้เต็มที่จะเท่าที่มันจะสามารถอุ้มเอาไว้ได้ ระดับใต้พื้นดินชั้นนี้เราเรียกว่าระดับน้ำใต้ดิน (water table) ระดับนี้อาจจะอยู่ต่ำกว่าผิวโลกเพียง 1 ฟุต หรืออาจอยู่ลึกถึง 100 ฟุตหรือมากกว่านั้นก็ได้ เราอาจขุดบ่อลงไปถึงระดับน้ำใต้ดินเพื่อเอาน้ำมาใช้ บางแห่งระดับน้ำใต้ดินจะไหลขึ้นมาที่ผิวโลก น้ำจะพุ่งขึ้นมาเป็นน้ำพุ

บางครั้งเขาขุดบ่อ เจาะผ่านชั้นของหินซึ่งไม่พรุนไปถึงชั้นของหินซึ่งพรุน ซึ่งมีน้ำอยู่มาก น้ำนั้นไหลซึมลงมาจากผิวโลกดังที่แสดงไว้ในรูป น้ำนั้นคือที่เราเรียกกันว่า น้ำบาคาล มันอยู่ใต้พื้นดินด้วยความกดดัน เมื่อเจาะลงไปถึงระดับน้ำบาคาล น้ำจะถูกดันให้ไหลขึ้นมา ถ้าความดันมีไม่มากพอ เราจำเป็นต้องใช้เครื่องสูบน้ำช่วย บ่อน้ำแบบนี้ เราเรียกว่าบ่อน้ำบาคาล

น้ำบาคาลไหลซึมลงมาจากผิวโลก มันต้องผ่านชั้นของดินและหินหลายชั้นด้วยกัน ดังนั้น ชั้นของดินและหินจึงช่วยกรองตะกอนต่างๆเอาไว้ น้ำบาคาลจึงมักใสและสะอาดพอสมควร



การเกิดน้ำบาดาล



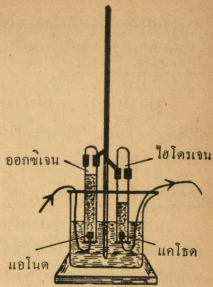
เปรียบเทียบบ่อขุดกับบ่อน้ำบาดาล

ส่วนประกอบหรือองค์ประกอบของน้ำ

เรากล่าวมาแล้วหลายครั้งว่า น้ำเป็นสารประกอบ มีไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นส่วนประกอบ อะตอมของธาตุทั้งสองนี้ เกาะกันอยู่แน่น เป็นโมเลกุลของน้ำ หากที่จะแยกมันออกจากกันโดยวิธีทางเคมี น้ำในถ้วย ในโอ่ง ประกอบด้วยโมเลกุลเหล่านั้นเป็นจำนวนมาก แต่ถ้าเราผ่านกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในน้ำ ซึ่งมีกรดกำมะถันเจือปนอยู่สัก 2-3 หยด เพื่อช่วยให้มันเป็นตัวนำไฟฟ้า เราจะสามารถแยกไฮโดรเจนและออกซิเจนออกจากกันได้โดยง่าย

เครื่องมือสำหรับแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า เหมือนกับที่แสดงในรูป ลักษณะของมันเป็นแผ่นทองคำขาว หรือปลาทินัมบางๆ 2 แผ่น แต่ละแผ่นเชื่อมติดอยู่กับปลายเส้นลวดทองแดง ดัดลวดให้งอโค้งในรูป แล้วเอาปลายข้างหนึ่งแตะแผ่นปลาทินัม แห่ลงไปในน้ำในถ้วยแก้ว หยดกรดกำมะถันลงไปในน้ำสัก 2-3 หยด เอาหลอดแก้วมา 2 หลอด บรรจุน้ำจนเต็ม เอาหัวแม่มืออุดปากหลอด และคว่ำมันครอบบนแผ่นปลาทินัม หลอดแก้วถูกยึดติดกับเสาตั้งในรูป เอาปลายลวดทองแดงทั้งสองที่อยู่นอกถ้วยแก้วไปต่อกับถ่านไฟฉาย ซึ่งต่อกันอยู่อย่างอันดับสัก 5 หรือ 6 ก่อน

เมื่อเริ่มกดสวิตช์ให้กระแสไฟฟ้า
เดิน จะสังเกตเห็นผุดของก๊าซเกิด
ที่แผ่นปลาดินทั้งสอง ก๊าซที่เกิดขึ้น
นั้นจะลอยขึ้นและไปแทนที่น้ำที่
หมดแล้ว จึงสังเกตว่าก๊าซใน
หลอดแก้ว หมดหนึ่ง จะมีมากเป็น
สองเท่าของ ก๊าซ ใน หลอด แก้ว อีก
หลอดหนึ่ง เมื่อก๊าซในหลอดหมด
ก๊าซมากประมาณ $\frac{2}{3}$ ของหลอดแก้ว
ก็กดสวิตช์ขึ้นให้ กระแสไฟฟ้า หยุด
ไหล



เครื่องมือแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า

ก๊าซในหลอดแก้วทั้งสอง คือไฮโดรเจน และออกซิเจน
เราอาจทดลองพิสูจน์ได้ ดังนี้

ไฮโดรเจนติดไฟ เราใช้สมบัตินี้สำหรับทดสอบก๊าซไฮโดร
เจน เอาหัวแม่มืออุดหลอดแก้วที่มีก๊าซมาก และยกมันออกมา
จากถ้วยแก้ว เอาหัวแม่มือออก ต้องระวังให้หลอดแก้วคว่ำและ
ตั้งตรงอยู่เสมอ เพราะไฮโดรเจนเบากว่าอากาศ มันจะยังคง
อยู่ในหลอดแก้วได้ไม่หนีหายไปไหน เอาปากจับหลอดแก้ว
และเอาปากหลอดแก้วไปใกล้เปลวไฟตะเกียง จะสังเกตเห็นว่า
ก๊าซในหลอดแก้วติดไฟลุกเป็นเปลวสีฟ้าอ่อนๆ ก๊าซในหลอดแก้ว
หนึ่งเป็นไฮโดรเจน

ออกซิเจนช่วยให้ไฟติด แต่ตัวมันเองไม่ติดไฟเหมือน
ไฮโดรเจน เราใช้สมบัตินี้สำหรับทดสอบก๊าซออกซิเจน เอา
หลอดแก้วที่มีก๊าซอยู่อุดหลอดหนึ่งออกจากถ้วยแก้ว เวลาเอา
ออก ทำเหมือนกับเวลาเอา หลอดแก้ว ที่มีก๊าซไฮโดรเจนอยู่ออกมา
ทุกประการ แต่คราวนี้ เอาถ่านไฟที่กำลังติดแดงหย่อนเข้าไปใน

หลอดแก้ว จะเห็นว่าถ่านไฟลุกโผลงขึ้นมาทันที แสดงว่าก๊าซ
ในหลอดแก้ว ช่วยให้ถ่านไฟแดงๆ ติดเป็นเปลวไฟขึ้นมาได้ ก๊าซ
นี้จึงเป็นก๊าซออกซิเจน

จึงสรุปได้ว่า น้ำประกอบด้วยก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิ-
เจน ปริมาตรของก๊าซไฮโดรเจนจะเป็นสองเท่าของปริมาตรของ
ก๊าซออกซิเจน

น้ำใช้

น้ำนอกจากจะใช้สำหรับดื่มแล้ว เรายังใช้น้ำเพื่อประโยชน์
อีกหลายอย่าง เป็นต้นว่าใช้น้ำสำหรับอาบน้ำชำระร่างกาย สำหรับ
ซักฟอก และใช้ในการอุตสาหกรรม น้ำใช้ไม่จำเป็นต้องสะอาด
และบริสุทธิ์เท่าที่ดื่ม น้ำสำหรับอาบน้ำและซักฟอกคงไม่กระด้าง
มากนัก เพราะถ้ากระด้างมากแล้วเวลาฟอกสบู่จะไม่เกิดฟอง
จะต้องใช้สบู่มากจึงจะเกิดฟอง เป็นการสิ้นเปลืองโดยใช่เหตุ

การอุตสาหกรรมต้องใช้น้ำมาก เป็นต้นว่า โรงงานย้อมผ้า
โรงงานฟอกหนัง โรงงานทำกระดาษ ต้องใช้น้ำจำนวนมาก เช่น
ใช้น้ำซักล้าง และใช้สำหรับต้มในหม้อต้มขนาดใหญ่ในโรงงาน
น้ำที่ใช้จึงต้องไม่กระด้างมาก มิฉะนั้นแล้วมันจะตกตะกอนจับ
กันเป็นตะกรันที่ก้นหม้อต้ม น้ำตะกรันนั้นถ้ามากเกินไปจะอุดท่อน้ำ
เกิดการระเบิดขึ้นได้ ถ้าตะกรันจับกันหม้อหนาๆ ตะกรัน
เป็นฉนวนความร้อน จะทำให้น้ำในหม้อน้ำเดือดช้า ต้องสิ้นเปลือง
เชื้อเพลิงมาก เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมต้องการใช้น้ำมาก
เมืองที่มีการอุตสาหกรรมจึงมักคงอยู่ริมน้ำ

ประโยชน์ของน้ำ

น้ำมีประโยชน์มาก ถ้าขาดน้ำเสียแล้วจะต้องลำบาก และ
ชีวิตก็ไม่สามารถดำรงอยู่ได้ พอแบ่งแยกกล่าวถึงประโยชน์สำคัญๆ
ของน้ำ ได้เป็นข้อๆ ดังนี้

1. นำเป็นสง่าเป็นสำราญชีวิต คนเราต้องดมนานจึงจะดำรงชีวิตอยู่ได้ ถ้าขาดน้ำเราก็จะตาย วันหนึ่งๆ เราดมน้ำเข้าไปไม่น้อย สัตว์ก็ดมน้ำเพื่อยังชีวิตเช่นเดียวกัน พืชก็ต้องการน้ำเวลากลางวันแดดกล้า น้ำระเหยไปจากใบของพืชได้มาก จึงเห็นว่ามีน้ำลักษณะเหี่ยวเฉา ครันตกเย็นแดดร้อน พืชดมน้ำขึ้นไปและน้ำระเหยได้น้อย มันจึงชูใบชูก้านได้อีก ถ้าขาดน้ำเสียแล้ว มันก็จะเหี่ยวแห้งตายไปในที่สุด ทดแทนทำการเพาะปลูกจึงต้องชุ่มชื้น โดยเหตุนี้รัฐบาลจึงได้จัดการชลประทาน เพื่อให้การเพาะปลูกพืช และการเลี้ยงสัตว์ในบริเวณที่ขาดแคลนน้ำ ได้มีน้ำใช้เพียงพอ คน พืช และสัตว์ หรือสังคมชีวิตทุกชนิดจึงต้องการน้ำเพื่อดำรงชีวิต

2. นำเป็นสง่าเป็นในการอุตสาหกรรม ในการอุตสาหกรรมต้องใช้น้ำเป็นจำนวนมาก เช่น ใช้น้ำในหม้อต้มน้ำให้เกิดเป็นไอน้ำให้เครื่องจักรทำงาน โรงงานทำกระดาษ โรงงานทำน้ำตาล ฟอกหนัง ทำสบู่ ย้อมผ้า เหล่านี้ต้องใช้น้ำเป็นจำนวนมาก สำหรับไปต้มในหม้อต้มน้ำให้กลายเป็นไอน้ำ ต้นให้เครื่องจักรทำงาน ใช้น้ำสำหรับชำระล้าง ใช้น้ำสำหรับไปละลายสารต่างๆ ใช้น้ำสำหรับช่วยหล่อไม่ให้เครื่องจักรร้อนเกินไป และบางแห่งก็ใช้สำหรับช่วยให้เกิดกระแสไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรมจึงมักอยู่ใกล้แม่น้ำ หม้อแบตเตอรี่รถยนต์ก็ต้องการน้ำคอยเติมน้ำเสมอ แต่น้ำใช้เต็มหม้อแบตเตอรี่รถยนต์ต้องเป็นน้ำกลั่น

3. นำช่วยในการคมนาคม บรรทุกลำเลียงสินค้า ในสมัยก่อนเมื่อนกนหนทางยังไม่ได้ นอกจากจะต้องเดิน หรืออาศัยสัตว์เป็นพาหนะแล้ว การคมนาคมติดต่อก็คงอาศัยเรือพายหรือเรือแจว แล่นไปตามแม่น้ำลำคลองทางสน แม้ในปัจจุบันนี้ การคมนาคมทางน้ำก็ยังมีความสำคัญอยู่มากและขยายกว้างออกไป จน

มีการเดินเรือสมุทร ลำเลียงขนส่งสินค้าและผู้โดยสารตามหัวเมือง ชายทะเล ระหว่างประเทศ ในประเทศเราก็ต้องอาศัยแม่น้ำ ลำคลองในการคมนาคมขนส่งผู้โดยสารและสินค้าอยู่มาก และอาศัยล่องแพซุงลงมาตามแม่น้ำ ทดงเมืองส่วนมากจึงมักมีแม่น้ำไหลผ่านเสมอ

4. นวัตกรรมที่สูง จะมีกำลังมาก ในต่างประเทศบางแห่ง เขาอาศัยพลังงานน้ำตกธรรมชาติ หรือพลังงานน้ำตกจากเขื่อนที่สร้างขึ้นเพื่อทดน้ำไว้ ไปทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงาน ช่วยให้มีไฟฟ้าแจกจ่ายไปตามบ้าน ช่วยให้พลเมืองได้รับความสะดวกสบาย และช่วยให้กิจการอุตสาหกรรมด้านอื่นได้เจริญก้าวหน้าตามไปด้วย รัฐบาลกำลังจัดสร้างเขื่อนทำน้ำตกทดตามลุ่มน้ำ ลำน้ำ สามางว จังหวัดตาก เพื่อเอากำลังจากน้ำตกไปทำไฟฟ้าส่งไปจ่ายแก่บ้านเรือน และโรงงานอุตสาหกรรมในภาคกลาง และกำลังวางโครงการที่จะสร้างโรงงานไฟฟ้ากำลังน้ำตกในภาคอื่นๆ ของประเทศต่อไป เช่นโครงการแม่โจง

5. นำใช้واب ล้าง ชักฟอก ทำให้ร่างกาย บ้านเรือน เสื้อผ้า และภาชนะเครื่องใช้ต่างๆ ไม่สกปรก ไม่หมักหมม และไม่หมักหมมจนเกิดเชื้อโรค

6. นำเป็นส่งจำเป็นแก่สัตว์นาทั้งหลาย ถ้าขาดน้ำมันก็จะตายหมด และเราก็จะขาดอาหารพวกกุ้ง หอย ปล ปลา

นอกจากที่กล่าวมาแล้ว เรายังมีประโยชน์อื่นๆ อีกมาก แต่นานี้เองมีโทษบ้างเหมือนกัน เป็นต้นว่า น้ำท่วม ทำให้เรือสวนไร่นา บ้านเรือน และชีวิต เป็นอันตรายและเสียหาย นำเป็นพาหะช่วยแพร่เชื้อโรค นำสกปรกน้ำเหม็นเป็นภัยต่อสุขภาพของประชาชน และนานางเบนที่ๆ ยุงวางไข่.

แบบฝึกหัดบทที่ 9

ก. จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

น้ำธรรมชาติได้แก่.....
 น้ำธรรมชาติที่บริสุทธิ์ที่สุด คือ.....น้ำทะเลมีสารประกอบ.....
 หรือ.....อยู่มากที่สุด เกลือสินเธาว์มีอยู่ในบริเวณซึ่งครั้งหนึ่งเคยเป็น.....
มาก่อน น้ำบาดาลใสสะอาด เพราะมันได้
 รับ.....จากชั้นของดินและหินที่มันไหลผ่านไป
 น้ำเป็นสาร.....มี.....สองส่วน และมี.....
อยู่.....ส่วน โดย.....
 ไฮโดรเจนมีสมบัติ.....และออกซิเจนมีสมบัติ.....
 ตะกั่วของน้ำที่เกาะจับกันหมอน้ำเป็น.....ความร้อน
 ถ้ามีตะกั่วจับกันหมอน้ำมาก จะทำให้น้ำเดือด.....เป็นการ.....
เชื้อเพลิง

ข. จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. น้ำธรรมชาติมีกี่ชนิด ? อะไรบ้าง ?
2. น้ำฝนและน้ำท่า อย่างไหนจะบริสุทธิ์กว่ากัน ? เพราะเหตุใด ?
3. น้ำทะเลมีสารประกอบของธาตุอะไรบ้าง ? อย่างไหนมากที่สุด ?
4. เพราะเหตุใดจึงหาได้ทางภาคอีสานของประเทศไทยจึงมีเกลือสินเธาว์อยู่ใต้พื้นดินมาก ?
5. ทำไมจึงมีน้ำบาดาล ? และเพราะเหตุใดน้ำบาดาลจึงใสสะอาด ?
6. จงอธิบายวิธีแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า
7. ไฮโดรเจน และออกซิเจน มีสมบัติแตกต่างกันอย่างไร ? จงอธิบายการทดลองที่ใช้
 ตรวจดูว่า ก๊าซที่ได้จากการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า ในหลอดไหนเป็นไฮโดรเจน และ
 ในหลอดไหนเป็นออกซิเจน
8. จงกล่าวถึงประโยชน์สำคัญๆ ของน้ำมาให้ดู

๘ บทที่ 10

อากาศ

อากาศเป็นสสาร

อากาศเป็นสสารที่เราไม่สามารถมองเห็นได้ เช่นเดียวกับก๊าซ
อื่นๆ อีกหลายชนิด เพราะมันไม่มีสี บางคนอาจสงสัยว่า เมื่อเรา
ไม่สามารถมองเห็นอากาศได้ ทำไมเราจึงทราบว่ามันเป็นสสาร ที่
เราทราบว่ามันเป็นสสารก็เพราะมีเหตุผลหลายประการด้วยกัน เช่น
อากาศสามารถทำให้ใบกังหันหมุนได้ สามารถทำให้เรือใบแล่นได้
ทำให้เครื่องบินและนกลอยอยู่ในอากาศได้ เวลานกบินมันต้อง
กระพือปีกเพื่อให้อากาศพยุงตัวมันไว้ คล้ายกับเวลาที่เรายื่นขา เรา
ใช้มือคอยประทะน้ำพยุงให้ตัวเราลอย และในขณะที่เดียวกัน เราใช้
มือพยุ่น้ำให้ตัวเราเคลื่อนไปข้างหน้า โดยเหตุผลเหล่านี้เราจึงเชื่อว่า
อากาศเป็นสสาร ต่อไปจะได้กล่าวแสดงให้เห็นว่า อากาศมีน้ำหนัก
เช่นสสารทั้งหลาย และยิ่งกว่านั้นยังอาจทำให้กลายเป็นของเหลว
และของแข็งก็ได้ด้วย

บรรยากาศ (atmosphere)

โลกมีอากาศห่อหุ้มอยู่โดยรอบ อากาศที่ห่อหุ้มโลกนี้เรียกกัน
ว่าบรรยากาศ อากาศห่อหุ้มโลกอยู่หนาเท่าไร หรือสูงจากพื้นโลก
ขึ้นไปเท่าไร จึงไม่มีอากาศ ไม่มีใครทราบแน่ เราทราบแต่เพียงว่า
ยิ่งสูงจากพื้นโลกขึ้นไป อากาศยิ่งบางเข้าทุกทีๆ เราสามารถบอก
ความสูงของบรรยากาศได้คร่าวๆ โดยสังเกตดาวตก ดาวตกหรือ
ผีพุ่งไต้ไม่ใช่ดวงดาว แต่เป็นก้อนวัตถุจากนอกโลก ซึ่งผ่านเข้ามา
ใกล้โลกและตกโลกดังคด มันจะแล่นเข้าหาโลกด้วยความเร็วสูง
มาก และขณะตกถึงผิวโลกมีความเร็วประมาณ 25 ไมล์ต่อวินาที

หรือ 90,000 ไมล์ต่อชั่วโมง ตอนที่มีน้อยอยู่สูงจากผิวโลกเกิน 100 ไมล์ เราไม่อาจมองเห็นมันได้ แต่เมื่อน้อยอยู่ห่างจากผิวโลกประมาณ 80 ไมล์ ในระยะนั้นมออากาศหนาพอสมควร มันจะเสียดสีกับอากาศจนร้อนจัดมาก เห็นเป็นแสงไฟสว่าง ในตอนสูงๆ มีอากาศบางมาก การเสียดสีจึงไม่มากพอที่จะทำให้ดาวดกร้อนจัดจนเห็นเป็นแสงไฟสว่างขึ้นได้ ดาวตกกันส่วนมากมักจะไหม้ไปหมดก่อนที่จะตกถึงดิน เราอาจคำนวณหาความสูงของดาวตกเมื่อเริ่มเห็นเป็นไฟสว่างได้ เขาพบว่า โดยเฉลี่ยแล้วจะเห็นดาวตกในระยะสูงจากผิวโลกประมาณ 40 ถึง 80 ไมล์ แสดงว่าเหนือผิวโลกขึ้นไปจนถึง 80 ไมล์ มีอากาศหนาแน่นพอสมควร สูงขึ้นไปกว่านั้นก็ยังมออากาศแต่ค่อนข้างจะบางมาก ยิ่งสูงขึ้นไปเรื่อย ๆ อากาศก็ยิ่งบางมากขึ้นจนเกือบจะเป็นสูญญากาศ

เหตุที่โลกมีบรรยากาศ

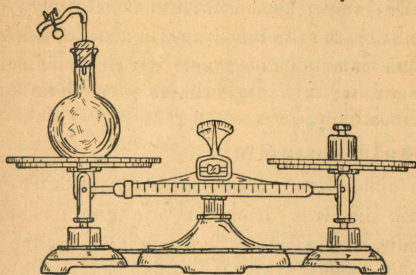
อากาศเบามาก และโลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ด้วยความเร็วสูงมาก ประมาณ $18\frac{1}{2}$ ไมล์ต่อวินาที หรือ 70,000 ไมล์ต่อชั่วโมง โลกน่าจะทิ้งอากาศไว้ข้างหลัง แต่อากาศก็ยังคงติดตามโลกไปได้ จึงเป็นที่น่าสงสัยว่าเพราะเหตุไร การที่อากาศยังคงติดตามโลกไปได้ ไม่นั่นหายไปเสีย ก็เป็นเพราะว่ามันถูกโลกดึงดูดเอาไว้ ด้วยแรงเดียวกับที่โลกดึงดูดดาวตก หรือด้วยแรงเดียวกับที่โลกดึงดูดวัตถุให้ตกลงมาสู่พื้นโลก โลกส่งแรงไปดึงดูดโมเลกุลของอากาศ ทำให้อากาศยังคงติดตามโลกไปได้เรื่อย ๆ ดาวเคราะห์บางดวงไม่มีบรรยากาศห่อหุ้ม ดวงจันทร์ของโลกก็ไม่มีบรรยากาศ เพราะว่าขนาดของมันเล็กกว่าโลกมาก แรงดึงดูดที่มันมีต่อโมเลกุลของอากาศจึงน้อยกว่าแรงดึงดูดของโลก ทำให้มันไม่สามารถยึดโมเลกุลของอากาศไว้ได้

สมบัติของอากาศ

อากาศมีน้ำหนัก เราเคยกล่าวมาแล้วว่า สสารต้องมีน้ำหนัก อากาศเป็นสสาร อากาศจึงมีน้ำหนัก แต่น้ำหนักของอากาศเบามาก

อากาศในภาชนะกว้าง 2 ฟุต ยาว 3 ฟุต และสูง 2 ฟุต หนักเพียงประมาณ 1 ปอนด์เท่านั้น อากาศในห้องยาว 30 ฟุต กว้าง 20 ฟุต สูง 10 ฟุต จะหนักประมาณ 500 ปอนด์

การทดลองแสดงว่าอากาศมีน้ำหนัก เอาขวดขนาดใหญ่มาใบหนึ่ง ที่ปากขวดมึจุกไม้คอร์กปิดสนิท และมีหลอดแก้วเสียบทะลุจุก ดังในรูป ที่ปลายหลอดด้านนอกขวด มีสายยางต่อไปยังถึงขนาดใหญ๋ ซึ่งปิดแน่นสนิททุกด้าน และทดลองนำนมกอกสำหรับเปิดให้ไหลออกได้ ถ้าสามารถใช้เครื่องสูบอากาศแทน



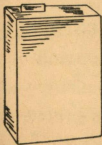
การทดลองเพื่อแสดงว่า อากาศมีน้ำหนัก

ถึงน้ำได้ก็ขังค้ ปล่อน้ำในถึงออกทางก๊อกจนเกือบหมดแล้วปิดก๊อกเสีย อากาศในขวดจะไหลไปอยู่ในถึงแทนที่น้ำ เหลืออากาศอยู่ในขวดบ้างเพียงเล็กน้อย เอาคลิปหนีบสายยางให้แน่น ไม่ยอมให้อากาศภายนอกเข้าไปในขวด ดังสายยางออกจากตรงที่ต่อไว้กับถึงน้ำ เอาขวดไปวางบนจานข้างหนึ่งของเครื่องชั่ง แล้วเติมน้ำหนักลงบนจานอีกข้างหนึ่ง จนกระทั่งเข็มของเครื่องชั่งหยุดนิ่ง อ่านน้ำหนักที่ชั่งได้เอาไว้ ต่อไปขยายคลิปหนีบให้หลวม อากาศจากภายนอกจะวิ่งเข้าไปยังทั่วทั้งในขวด ในตอนนั้นจะสังเกตเห็นว่าจานของเครื่องชั่งข้างที่ขวดลดต่ำลงไป แสดงว่าเมือขวดบรรจุอากาศเติมน้ำหนักเพิ่มขึ้น จึงเห็นได้ว่าอากาศมีน้ำหนัก

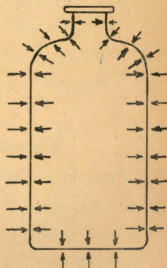
อากาศมีความดัน เมื่อเราเอาของทึบหนาหนักมาวางบนฝ่ามือ จะรู้สึกว่ามันกดต้นฝ่ามือของเรา ถ้าของนั้นหนาหนักมากก็จะมีแรงกดต้นฝ่ามือมาก ถ้าของนั้นน้อย ก็จะมีแรงกดต้นฝ่ามือของทึบหนาหนักจึงมีแรงกดต้นต่อผิวที่รองรับมันอยู่ เราพูดว่ามันมีความดัน (pressure) อากาศนั้นเราทราบมาแล้วว่ามันหนาหนัก มันจึงมีความดัน นอกจากนั้นความดันยังเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของอากาศ ไปกระทบกับสิ่งที่ขวางมัน

การทดลองแสดงว่าอากาศมีความดัน เอาเบ้าเปล่าซึ่งทำด้วยดบุกหรือสังกะสี ฝ่ามเกลียวขันปิดได้แน่น ปิดเอาฝาออก เอาเบ้าไปตั้งไฟ อากาศในเบ้าจะร้อนและลอยออกไปจากเบ้า รอสักครู่หนึ่ง อากาศจะถูกไล่ออกไปจนเกือบหมด ขันเกลียวปิดฝาให้แน่น เอาเบ้าออกจากไฟ ทิ้งไว้สักครู่หนึ่งจะเห็นว่าเบ้าถูกดันให้แฟบยุบไป

การที่เบ้ายุบได้เช่นนี้ ก็เพราะมีแรงมาดันที่ข้างเบ้าภายนอก แรงที่มาดันนั้นก็คือความดันของอากาศนั่นเอง ในตอนแรก ก่อนตั้งไฟให้ร้อน ภายใบบรรยากาศ อากาศทั้งภายในและภายนอก ต่างก็ออกแรงดันที่ข้างเบ้าเท่า ๆ กัน จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อเอาเบ้าไปตั้งไฟ อากาศภายในร้อน มันก็จะลอยขึ้นสูงออกไปจากเบ้า สักครู่หนึ่งอากาศภายในจะหมดเหลืออยู่น้อยมาก ความดันของอากาศภายในเบ้าจึงน้อยกว่าความดันของอากาศภายนอกเบ้า อากาศภายนอกเบ้าจึงดันข้างเบ้าให้ยุบลงไปได้



อากาศมีความดัน



แรงดันภายนอกและภายในภาชนะเท่ากัน

แบบฝึกหัดบทที่ 10

ก. จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

อากาศเป็น.....อากาศที่ห่อหุ้มโลกเรียกว่า.....
 ยิ่งสูงไปจากพื้นโลก อากาศจะ.....ลง การที่โลกมีบรรยากาศ เพราะ
 โลกมี.....ดึงดูดกับ.....ของอากาศ แต่ดวงจันทร์
 ไม่มี.....เพราะขนาดของดวงจันทร์.....
 กว่าโลก.....ของดวงจันทร์ จึงน้อยกว่าของโลก เนื่องจากอากาศ
 เป็น.....มันจึงมี.....นอกจากนั้นอากาศยังมี.....
อีกด้วย

ข. จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ทำไมจึงเชื่อว่าอากาศเป็นสสาร ?
2. ทำไมเราจึงทราบว่า ยิ่งสูงจากพื้นโลก อากาศยิ่งเบาบางลง ?
3. เพราะเหตุใดโลกจึงมีบรรยากาศ แต่ดวงจันทร์และดาวเคราะห์บางดวงไม่มี ?
4. สมบัติของอากาศที่สำคัญมีอะไรบ้าง ?
5. จงอธิบายการทดลองเพื่อแสดงว่า อากาศมีน้ำหนัก
6. จงอธิบายการทดลองเพื่อแสดงว่า อากาศมีความดัน

บทที่ 11

อากาศ (ต่อ)

อากาศเป็นของผสม

อากาศเป็นของผสมของก๊าซหลายชนิดด้วยกัน ที่มากที่สุดคือ ออกซิเจน และไนโตรเจน นอกจากก๊าซทั้งสองนี้แล้ว ยังมีก๊าซอื่น ๆ ผสมอยู่อีก แต่เป็นส่วนน้อย ในอากาศก๊าซออกซิเจนอยู่เป็นอิสระโดยลำพังตนเอง มันไม่ได้เกาะติดกับโมเลกุลของก๊าซไนโตรเจน ในน้ำซึ่งเป็นสารประกอบ ออกซิเจนไม่ได้อยู่อย่างเป็นอิสระ แต่เกาะติดกับไฮโดรเจน เป็นโมเลกุลของน้ำ

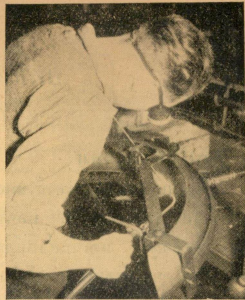
เราอาจใช้ไฟฟ้าแยกอะตอมของออกซิเจนและไฮโดรเจนในน้ำออกจากกันได้ โดยผ่านกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในน้ำ ซึ่งมีกรดผสมอยู่เล็กน้อย โดยเหตุที่ออกซิเจนและไนโตรเจนในอากาศไม่ได้เกาะติดกันเป็นสารประกอบ เราจึงแยกมันออกจากกันได้ง่ายกว่า วิธีแยกนั้น เขาทำให้อากาศเย็นลงมาก ๆ จนกระทั่งมันกลายเป็นของเหลว ที่เรียกกันว่า **อากาศเหลว** (liquid air) ต่อจากนั้นเอาอากาศเหลวไปทำให้อุ่นขึ้นเล็กน้อย ไนโตรเจนจะเดือด กลายเป็นก๊าซลอยแยกออกไปก่อน ส่วนที่เหลือจะเป็นออกซิเจนเหลว ออกซิเจนเหลวนี้ใช้ในอุตสาหกรรมมาก เช่น ในการเชื่อมโลหะให้ติดกัน

ปฏิกิริยาทางเคมีของออกซิเจนในอากาศ

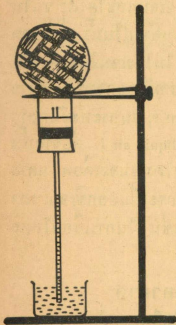
ในบทที่ 3 เราได้ทราบมาแล้วว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี สารที่เกิดขึ้นใหม่จะมีสมบัติแตกต่างไปจากสารเดิม การที่สารสองชนิด หรือมากกว่า มารวมกัน เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เกิดเป็นสารประกอบขึ้น เราเรียกว่ามันทำ **ปฏิกิริยาทางเคมี** กัน

ออกซิเจนเป็นธาตุที่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับธาตุอื่นได้ง่าย การลุกไหม้ หรือ ที่เรียกกันตามภาษาวิทยาศาสตร์ว่า **สันดาป** (combustion) และการเผาผลาญในร่างกาย ต้องอาศัยออกซิเจนทั้งสิ้น การเกิดสนิมของเหล็ก ก็เนื่องมาจากเหล็ก ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับออกซิเจนในอากาศ

การเกิดสนิมของเหล็ก เอาฝอยเหล็ก (ซึ่งเขาใช้ขัดกะทะหม้อ) ชน ๆ ใส่ในขวดแก้วกัน



ใช้ออกซิเจนในการเชื่อมโลหะ

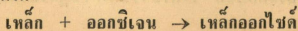


การเกิดสนิมของเหล็ก

กลม ปิดปากขวดเสียบด้วยจุกไม้คอร์ก หรือจุกยาง ทิ้งจุกมั่วเจาะ ทะลุพอให้หลอดแก้วยาวเล็กเสียบได้พอดี หลอดแก้วควรจะยาวประมาณ 1 ฟุต คว่ำขวดและหนีบมันไว้กับเสา ให้ปลายล่างของหลอดแก้วจุ่มอยู่ในแก้วน้ำ ตั้งในรูปปล่อยทิ้งไว้นานพอสมควร จะสังเกตเห็นว่าเมื่อฝอยเหล็กเป็นสนิม น้ำจะค่อยเคลื่อนไปตามหลอดแก้วช้า ๆ และจะเคลื่อนขึ้นไปเรื่อย ๆ เป็นเวลาหลายชั่วโมง ท้ายที่สุดมันจะหยุด

ออกซิเจนรวมตัวกับเหล็ก เกิดเป็นสารใหม่ซึ่งเป็นของแข็ง เราเรียกสารใหม่นี้ว่า **เหล็กออกไซด์** หรือสนิมเหล็ก

บางทีเขาแสดงการรวมตัวของเหล็กและออกซิเจน โดยเขียนเป็นรูปสมการ ดังนี้



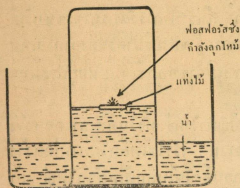
เนื่องจากเหล็กออกไซด์เป็นของแข็ง ปริมาณของก๊าซในขวดจะน้อยลงกว่าเดิม น้ำในหลอดแก้วจึงเคลื่อนสูงขึ้นไป เพื่อไปแทนที่ออกซิเจน เมื่อออกซิเจนไปรวมตัวหรือทำปฏิกิริยาทางเคมีกับเหล็กหมดแล้ว น้ำจึงหยุดเคลื่อนขึ้นไปตามหลอดแก้ว ปริมาตรของน้ำที่เคลื่อนขึ้นไปตามหลอดแก้วจะบอกให้ทราบถึงปริมาตรของออกซิเจนซึ่งเดิมมีอยู่ในขวดแก้ว ถ้าเราทำการวัดปริมาตรของน้ำที่ขึ้นไปจริง ๆ จะพบว่ามันจะเท่ากับ $\frac{1}{5}$ ของปริมาตรของอากาศเดิมในขวดแก้ว เราจึงสรุปได้ว่าอากาศมีก๊าซออกซิเจนปนอยู่ประมาณร้อยละ 20 โดยปริมาตร

การเกิดสนิมของเหล็กเป็นปัญหาใหญ่ ทั้งในด้านการก่อสร้างอุตสาหกรรม และในชีวิตประจำวัน เราใช้เหล็กในการก่อสร้างมาก สะพาน ตึก อาคาร และรถยนต์ ใช้เหล็กเป็นส่วนใหญ่ ถ้าปล่อยให้เหล็กเป็นสนิมได้แล้ว มันจะผุกร่อน อ่อนกำลังลง และพังในที่สุด การป้องกันไม่ให้เหล็กที่ใช้ในการก่อสร้างเป็นสนิม เนื่องจากออกซิเจนในอากาศ เราใช้สีทาเหล็กเสีย ในการอุตสาหกรรมทำเครื่องกระป๋อง เขาก็ใช้ฉนวนเคลือบกระป๋องเหล็ก สังกะสีมุงหลังคาบ้านก็ทำด้วยเหล็ก แต่ใช้สังกะสีฉาบผิว

ไนโตรเจน (Nitrogen)

อากาศหลังจากที่แยกเอาออกซิเจนออกไปแล้ว ก็จะเหลืออยู่แต่ไนโตรเจน สมบัติทางเคมีของไนโตรเจนไม่เหมือนกับของออกซิเจน เราสามารถเตรียมก๊าซไนโตรเจนจากอากาศได้โดยแยกเอาออกซิเจนออกไปเสีย เราใช้ฟอสฟอรัสเหลืองเป็นตัวแยกออกซิเจนจากอากาศ เพราะฟอสฟอรัสเหลืองรวมตัว หรือทำปฏิกิริยาทางเคมีกับออกซิเจนได้ดีมาก ฟอสฟอรัสเป็นสารเป็นพิษ และลุกไหม้เป็นไฟได้ง่ายเมื่อทิ้งไว้ในอากาศ ฉะนั้น ต้องระวังอย่าเอามือไปจับมันเข้า และต้องเก็บมันไว้ในน้ำเสมอ เมื่อไม่ใช้

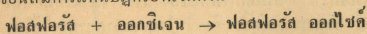
การเตรียมไนโตรเจน เอาแท่งไม้เบา ๆ วัสดุแหลมไปลอยในอ่างแก้ว ซึ่งมีน้ำอยู่พอสมควร ใช้ปากกีดึงก้อนฟอสฟอรัสที่เก็บไว้ในขวดออกมา แล้วตัดเอาไว้แต่เพียงชิ้นเล็ก ๆ ขนาดเท่าเมล็ดถั่ว เอาส่วนที่ไม่ใช่เก็บไว้ในขวดอย่างเดิม ใช้กระดาษขี้ขี้ฟอสฟอรัสชิ้นเล็กให้แห้ง แล้วคั้นมันไปวางบนแท่งไม้ เอาปลาย



การเตรียมไนโตรเจน

จะสังเกตเห็นว่ามีผงสีขาวเกิดขึ้น เมื่อก๊าซในครอบแก้วเย็นลงแล้วระดับของน้ำในครอบแก้วจะสูงกว่าระดับของน้ำข้างนอก ควรจะได้สังเกตระดับของน้ำในครอบแก้ว ว่าเป็นสัดส่วนเท่าไรกับปริมาตรของอากาศ ซึ่งมีอยู่เดิมในครอบแก้ว

ผงสีขาวคือสนิมของฟอสฟอรัส หรือ **ฟอสฟอรัส ออกไซด์** ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีระหว่าง ฟอสฟอรัส กับ ออกซิเจน เราเขียนสมการแทนปฏิกิริยานี้ได้ดังนี้



ก๊าซที่เหลือในครอบแก้วคือไนโตรเจน และจากการคำนวณเราจะทราบว่าอากาศมีก๊าซไนโตรเจนปนอยู่ประมาณร้อยละ 80 โดยปริมาตร

ไนโตรเจนมีสมบัติทางเคมี แตกต่างไปจากออกซิเจน ที่สำคัญก็คือ ออกซิเจนไวต่อการทำปฏิกิริยาทางเคมี มันรวมตัวกับ

ธาตุที่เผาไฟร้อน ไปและชั้นฟอสฟอรัส เมื่อมันเริ่มลุกไหม้รับเอา กระบอก แก้ว สูง ครอบฟอสฟอรัสทันที และเอามือจับกระบอก แก้ว กด ไว้ ให้อยู่ในลักษณะนั้น

ฟอสฟอรัสจะลุกไหม้อยู่ 2-3 วินาที แล้วเปลวไฟก็จะดับไป

สารอื่นได้ง่าย ส่วนไนโตรเจนเฉื่อยต่อการทำปฏิกิริยา รวมตัวกับ
สารอื่นได้ยากกว่าออกซิเจน ด้วยเหตุนี้บางทีเขาจึงกล่าวว่า อากาศ
ประกอบด้วยสองภาค คือ ภาคไว (Active) ซึ่งเป็นออกซิเจน
และ ภาคเฉื่อย (Inert) ซึ่งมีไนโตรเจนและก๊าซอื่น ๆ

ส่วนผสมของอากาศ

เมื่อเอาอากาศมาแยกดู ปรากฏว่านอกจากออกซิเจนและ
ไนโตรเจนแล้ว ยังมีก๊าซอย่างอื่นปนอยู่ด้วย แต่มีอยู่เป็นส่วนน้อย
ส่วนผสมของอากาศแห้ง (ไม่มีละอองน้ำปนอยู่ด้วย) มีอยู่โดย
ประมาณดังต่อไปนี้

ก๊าซ	ส่วนผสม (ร้อยละโดยปริมาตร)
ไนโตรเจน	78.0
ออกซิเจน	21.0
อาร์กอน	0.94
คาร์บอนไดออกไซด์	0.04
ก๊าซอื่น ๆ	0.02

อากาศมีออกซิเจนและไนโตรเจนเสีย 99 ส่วนใน 100 ส่วน
ที่เหลืออีก 1 ส่วนเป็นก๊าซอาร์กอนเสียเกือบหมด อาร์กอนเป็นก๊าซ
เฉื่อย และไม่สู้จะสำคัญนัก คาร์บอนไดออกไซด์ มีอยู่ร้อยละ
0.04 ส่วนในอากาศ ถึงแม้จะเล็กน้อย แต่มีความสำคัญต่อชีวิตพืช
และสัตว์เป็นอย่างมาก จะได้กล่าวถึงเรื่องนี้โดยละเอียดในโอกาส
ต่อไป

คุณสมบัติของอากาศ

อากาศมีประโยชน์แก่ชีวิตมาก พอแบ่งแยกกล่าวเป็นข้อ ๆ
ได้ดังนี้

1. คน สัตว์ และพืช ต้องการออกซิเจนในอากาศ และได้
ออกซิเจนเข้าไปโดยการหายใจ และถ่ายเอาคาร์บอนไดออกไซด์

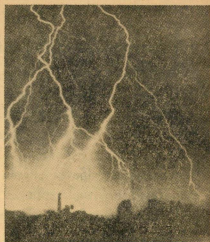
ออกมา คนและสัตว์หายใจเอาออกซิเจนเข้าไปเพื่อได้ใช้ฟอกโลหิตทำให้เปลี่ยนเป็นโลหิตแดง พืชหายใจเอาออกซิเจนเข้าไปทางใบ คน สัตว์ และพืชใช้ออกซิเจนในการสันดาปภายในร่างกาย เพื่อให้เกิดพลังงาน จึงมีความอบอุ่นและสามารถทำงานได้ ถ้าขาดอากาศ สิ่งมีชีวิตทั้งหลายก็ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ถ้าอากาศมีแต่ออกซิเจน การเผาผลาญหรือสันดาปภายในร่างกายจะเป็นไปโดยรวดเร็ว มนุษย์ก็จะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เหมือนกัน

2. ออกซิเจนในอากาศช่วยให้ไฟติด ถ้าขาดอากาศหรือขาดออกซิเจนเสีย เราก็ไม่สามารถก่อไฟ จุดไฟ หรือจุดตะเกียงได้นับว่าเป็นความลำบากมิใช่น้อย

3. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีอยู่ในอากาศ เป็นสิ่งจำเป็นต่อการปรุงอาหารของพืช เวลากลางวันขณะที่มีแสงแดด ใบไม้จะรับเอาคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปเพื่อใช้ปรุงเป็นอาหารโดยการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) จึงอาจถือได้ว่า คาร์บอนไดออกไซด์เป็นอาหารของพืช

4. พืชต้องการไนโตรเจนจากอากาศ แต่มันไม่สามารถจะรับเอาไนโตรเจนเข้าไปได้โดยตรง ต้องอาศัยสิ่งอื่นช่วย วิธีหนึ่งที่พืชได้รับไนโตรเจนจากอากาศ ก็คือเมื่อเกิดฟ้าผ่า ไนโตรเจนจะรวมกับออกซิเจน เป็นไนโตรเจน ไดออกไซด์ ซึ่งจะเปลี่ยนไปเป็นกรดไนตริก และท้ายที่สุดกลายเป็นเกลือไนเตรต ซึ่งเป็นปุ๋ยอยู่ในดิน รากของพืชจะดูดเอาปุ๋ยนั้นไป เป็นการรับเอาไนโตร-

เงินจากอากาศโดยทางอ้อม อีก
วิธีหนึ่ง พืชตระกูลถั่วมักจะม
บั๊กเตร อาศัยอยู่ที่ราก ของ มัน
บั๊กเตรนี้จะดูดเอาไนโตรเจน
จากอากาศ แล้วเปลี่ยนมันให้
เป็นเกลือไนเตรตสำหรับใช้
เป็นอาหารพืชได้ โดยเหตุนี
พืชนั้นที่ปราศจากบั๊กเตร จะปลูกพืชตระกูลถั่ว เพื่อ
ช่วยให้เกิดบั๊กเตรไนเตรตในดิน



ฟ้าผ่า ช่วยให้ไนโตรเจนรวมกับออกซิเจน

5. อากาศที่เคลื่อนที่ไปเราเรียกว่าลม ลมจะช่วยถ่ายเทอากาศ
ในบ้านไม่ให้อับ และทำให้เรารู้สึกเย็นสบาย ลมช่วยให้เสื่อผ้าที่
ผึ่งแห้งเร็วขึ้น นอกจากนั้นลมยังใช้แล่นเรือใบ ทำให้กังหันลม
หมุนสำหรับดึงระหัดวิดน้ำ ดังนั้นลมจึงเป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติ
ที่สำคัญอย่างหนึ่ง

อากาศมีโทษบ้างเหมือนกัน เช่น พายุแรง ๆ ทำให้บ้านเรือน
ต้นไม้หักพังเสียหาย ลมไต้ฝุ่น (Typhoon) ลมมรสุม (Monsoon)
และลมทอร์นาโด (Tornado) ทำความเสียหาย และทำให้มนุษย์
ต้องสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินไปไม่น้อย นอกจากนี้อากาศยังเป็นพาหะนำ
พาเชื้อโรค เชื้อโรคที่เกิดจากไวรัส (Virus) บักเตร และเชื้อ
จุลินทรีย์ สามารถลอยอยู่ในอากาศได้ มันจึงแพร่ไปยังที่ต่าง ๆ
ได้ง่าย

แบบฝึกหัดบทที่ 11

ก. จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

อากาศเป็น.....ของก๊าซหลายชนิด ที่มีมากคือก๊าซ.....
 และก๊าซ.....นอกจากนี้ยังมีก๊าซ.....
 และ.....อยู่ด้วยเป็นส่วนน้อย
 อากาศที่ถูกทำให้เป็นของเหลว เรียกว่า.....เมื่อทำให้อุ่น
 ก๊าซ.....จะเดือดแยกออกไปก่อน ส่วนที่เหลือเป็น.....
 การที่ออกซิเจนทำปฏิกิริยากับสารอื่น เราเรียกว่าเกิด.....
 เหล็กทำปฏิกิริยากับออกซิเจน จะเป็น.....หรือเรียกตามภาษาเคมีว่า.....
 การป้องกันไม่ให้เหล็กเป็นสนิม เขาใช้.....เหล็ก กระป๋องเหล็กจะถูกฉาบ
 ด้วย.....และ.....มุงหลังคา ที่เป็นเหล็ก
 ฉาบด้วย.....เพื่อป้องกันการเป็นสนิม
 ในอากาศมีออกซิเจนประมาณ.....ส่วน และไนโตรเจนประมาณ.....ส่วน
 โดยปริมาตร
 คน สัตว์ และพืช หายใจเอา.....จากอากาศ และถ่าย.....
ออกมาตามลมหายใจออก เวลากลางวัน พืชจะรับเอา.....
เข้าไปเพื่อใช้ในการ.....พืชได้.....
 จากอากาศ ในลักษณะเป็นปุ๋ย.....โดยอาศัย.....
 หรือ.....

ข. จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงบอกถึงส่วนผสมของอากาศ
2. เหล็กเป็นสนิมได้อย่างไร ? จะมีวิธีป้องกันการเกิดสนิมของเหล็กได้อย่างไร ?
3. จะมีวิธีทดลองอย่างไร เพื่อแสดงว่าในอากาศมีออกซิเจนอยู่ ประมาณ หนึ่งในห้าโดยปริมาตร ?
4. จะมีวิธีทดลองอย่างไร เพื่อแสดงว่าใน อากาศ มีไนโตรเจน อยู่ประมาณ สี่ในห้าโดยปริมาตร ?
5. อากาศมีประโยชน์ และโทษอย่างไรบ้าง ?
6. พืชรับเอาไนโตรเจนจากอากาศเข้าไปได้โดยวิธีใดบ้าง ?

บทที่ 12

พลังงานจากดวงอาทิตย์

ขนาดและระยะห่างของดวงอาทิตย์

เท่าที่ปรากฏแก่สายตา เรารู้สึกว่าดวงอาทิตย์เป็นวัตถุในท้องฟ้าที่ใหญ่ที่สุด ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ คือดาวขงมีแสงสว่างในตัวเอง ทั้งๆ ที่เรารู้ว่าดวงอาทิตย์ใหญ่และมีแสงกล้า แต่ดวงอาทิตย์ก็เป็นดาวฤกษ์ที่มีขนาดปานกลางเท่านั้น ที่เราเห็นว่ามันใหญ่กว่าดาวอื่นก็เพราะว่ามันเป็นดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้โลกที่สุด ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากโลก 93,000,000 ไมล์ ดาวฤกษ์ดวงที่อยู่ใกล้โลกถัดออกไปจะอยู่ห่างถึง 270,000 เท่า ของระยะระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ เนื่องจากดวงอาทิตย์อยู่ใกล้โลกมาก มันจึงมีอิทธิพลต่อโลก และชีวิตบนโลกมาก ดวงอาทิตย์จึงเป็นดวงดาวที่สำคัญที่สุดของมนุษย์

ถึงแม้ว่าโลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ถึง 93,000,000 ไมล์ ดวงอาทิตย์ก็ยังสามารส่งความร้อนและแสงสว่างมายังโลกได้พอเพียง ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ขนาดกลาง ดาวฤกษ์ที่ใหญ่ประมาณ 10,000 เท่าของดวงอาทิตย์ก็มี และที่เล็กกว่าดวงอาทิตย์ประมาณ 10,000 เท่าก็มี แม้ว่าดวงอาทิตย์จะเป็นดาวขนาดกลาง แต่มันก็มีขนาดใหญ่มากเมื่อเปรียบเทียบกับโลก เส้นผ่าศูนย์กลางของดวงอาทิตย์ยาวประมาณ 860,000 ไมล์ หรือประมาณ 110 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของโลก ปริมาตรของดวงอาทิตย์โตประมาณ 1,300,000 เท่าของปริมาตรของโลก

การเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์

ดวงดาวทั้งหลายในเอกภพ (universe) จะไม่อยู่กับที่ แต่จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง ตามทางโคจรที่แน่นอน ดวงอาทิตย์

เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 12 ไมล์ต่อวินาที ดาวเคราะห์ซึ่งเป็นบริวารของดวงอาทิตย์ก็จะเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ไปในอวกาศด้วย

นอกจากการเคลื่อนที่ไปในอวกาศ ดวงอาทิตย์ยังหมุนรอบตัวเองอีกด้วย ที่เส้นศูนย์สูตรของดวงอาทิตย์ การหมุนรอบตัวเองจะกินเวลาประมาณ 30 วัน แต่ที่ขั้วของดวงอาทิตย์ การหมุนรอบตัวเองจะกินเวลานานกว่าที่เส้นศูนย์สูตรอีกหลายวัน โดยเหตุนี้ และเหตุผลอื่นๆ ประกอบกัน นักวิทยาศาสตร์จึงลงความเห็นว่า ดวงอาทิตย์ไม่ได้เป็นของแข็งอย่างโลก แต่เป็นก๊าซรวมกันอยู่เป็นกลุ่ม มีลักษณะเป็นลูกบอลกลม

พลังงานจากดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์มีก๊าซไฮโดรเจนอยู่เป็นจำนวนมาก ก๊าซร้อนจัดก๊าซไฮโดรเจนบนดวงอาทิตย์สามารถรวมกันกลายเป็นก๊าซฮีเลียม ในการรวมตัวกันนั้นมันจะส่งพลังงานความร้อนและแสงสว่างออกมามากมาย ลูกกระเบิดไฮโดรเจนที่อาศัยหลักอันเดียวกัน คือ การทำให้อะตอมของไฮโดรเจนรวมตัวกันเป็นอะตอมของฮีเลียม

ผิวของดวงอาทิตย์ ซึ่งเรียกว่า โฟโตสเฟียร์ (photosphere) อุณหภูมิของก๊าซจะสูงประมาณ 11,000 องศาฟาเรนไฮต์ ที่ใจกลางของดวงอาทิตย์ อุณหภูมิจะสูงถึงประมาณ 20,000,000 องศาฟาเรนไฮต์

พลังงานจากก๊าซบนดวงอาทิตย์ จะถูกส่งกระจายออกไปทุกทิศทาง พลังงานความร้อนและแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ที่โลกเราได้รับนั้นเป็นแต่เพียงส่วนน้อย ของพลังงาน ทั้งหมด ที่ ดวงอาทิตย์ส่งออกมา ความร้อนและแสงสว่างที่โลกได้รับเป็นสิ่งที่ทำให้ชีวิตดำรงอยู่ได้ ถ้าขาดความร้อนและแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ โลกจะหนาวมาก ทุกสิ่งทุกอย่างจะแข็งหมด และต้นไม้ที่อาศัยแสงสว่างในการสังเคราะห์แสงก็จะตายหมด น้ำมันเชื้อเพลิงและถ่านหินที่เราใช้เอาประโยชน์ก็เกิดจากการสะสม พลังงานความร้อน

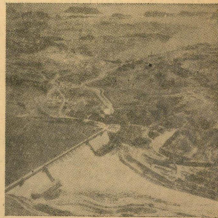
จากดวงอาทิตย์เอาไว้มนานมาแล้ว เมื่อนำมันมาจุดไฟ มันจะ
คายความร้อนที่สะสมไว้ออกมา

ชนิดของพลังงาน

พลังงานคือความสามารถที่จะทำงานได้ การที่สิ่งหนึ่งสิ่งใด
มีพลังงาน ไม่ได้หมายความว่า สิ่งนั้นได้ทำงานแล้ว แต่หมาย
ความว่า ถ้าเราเอาพลังงานจากสิ่งนั้นไปใช้ให้ถูกทางก็จะได้อะไร
เกิดขึ้น ตามความหมายแบบนิยามแรกนี้ไม่ต้องไปจากน้ำมันแก๊ส-
โซลีนหรือเบนซิน เรายังไม่ได้ทำงานจนกว่าเราจะเริ่มใช้พลังงาน
ของเรา และน้ำมันแก๊สโซลีนก็ยังไม่ทำงานจนกว่ามันจะเริ่ม
เผาไหม้ในเสื้อสูบของเครื่องยนต์

พลังงานนี้ เราแบ่งตาม ลักษณะ การทำงาน ออกเป็น 2 ชนิด
ด้วยกัน คือ

1. พลังงานศักย์ (Potential Energy) ได้แก่พลังงานที่ถูก
สะสมไว้ในตัวสาร พร้อมทั้งจะถูกนำไปใช้ได้ ตัวอย่างเช่น ลูกปืน
ในลำกล้องปืนมีพลังงานสะสมอยู่ภายใน แต่เราบิดที่เรายังไม่
ลั่นไก ทรายบนเนินก็จะยังไม่
อะไรเกิดขึ้น วัตถุที่ถูกยก
ไว้ในที่สูง มันก็จะมีพลังงาน
อยู่ในตัวมัน พลังงานนี้จะยัง
ไม่ทำงาน จนกว่าเราปล่อยให้
วัตถุตกลงมา น้ำที่ขังไว้ในที่
สูงก็มีพลังงานศักย์ในตัวมัน
เมื่อน้ำไหลตกลงมา มันก็จะ
สามารถทำงาน หมุนเครื่องจักร
และเครื่องใดนาโมทำไฟฟ้าได้



น้ำที่ขังไว้ในที่สูงมีพลังงานศักย์

2. พลังงานจลน์ (Kinetic Energy) คือพลังงานซึ่งเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ ในขณะที่วัตถุเคลื่อนที่มันใช้พลังงาน เมื่อเราล้มไปบน พลังงานของลูกบอลจะถูกใช้ ทำให้กระสุนปืนเคลื่อนที่ออกจากปากกระบอกปืนด้วยความเร็ววิ่งเข้าหาเป้าหมาย ในขณะที่มันเคลื่อนที่ มันจะมีพลังงานจลน์ ซึ่งเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของมัน อากาศซึ่ง



ลมมีพลังงานจลน์ทำให้งัดหันหมุนได้

เคลื่อนที่ หรือลม ก็มีพลังงานจลน์ ยิ่งลมแรงมาก มันก็จะมีพลังงานจลน์มาก สามารถทำงานให้แก่เราได้ เป็นต้นว่า เราอาศัยลมทำให้งัดหันหมุน ช่วยลดระเห็ดวิดน้ำได้

ปัญหาสำคัญในการนำเอาพลังงานไปใช้ให้เป็นประโยชน์ ได้แก่การหาวิธีนำเอาพลังงานมาใช้ รู้จักวิธีควบคุมพลังงานให้มันทำงาน ในตัวอย่างเกี่ยวกับกระสุนปืน เราเอากะสุนปืนใส่ในลำกล้องปืน ซึ่งบังคับให้ลูกปืนวิ่งไปได้ทางเดียว แรงระเบิดของดินปืนซึ่งสามารถทำงานได้ จะดันกระสุนปืนให้ออกไปได้แต่ทางปากลำกล้องปืนทางเดียวเท่านั้น

รูปของพลังงาน

เมื่อพลังงานถูกใช้และทำให้วัตถุเคลื่อนที่ มันก็อาจจะเกิดมีรูปขึ้นได้ต่าง ๆ พลังงานรูปต่าง ๆ ทุกรูปอาจใช้ให้ทำงานเป็นประโยชน์ได้ ในปัจจุบันนี้มนุษย์พยายามหาวิธีที่จะใช้พลังงานให้เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น เช่น นักวิทยาศาสตร์กำลังหาหนทางเอาพลังงานอะตอมและพลังงานนิวเคลียร์มาทำประโยชน์

ตารางข้างล่างนี้ แสดงถึงรูปต่างๆ ของพลังงาน 8 รูปด้วยกัน และได้แสดงถึง ตัวอย่าง การ นำเอา พลังงาน แต่ละรูปไปใช้ให้เป็นประโยชน์

รูปของพลังงาน	ตัวอย่างของประโยชน์
พลังงานแสง	หลอดไฟฟ้า ภาพยนตร์
พลังงานการแผ่รังสี (คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า)	โทรทัศน์ วิทยุ
พลังงานความร้อน	ไฟ ความเสียดทาน หุ่นยนต์
พลังงานเสียง	วงดนตรี นกหวีด ระฆัง
พลังงานกล	เตะฟุตบอล ไซลันนาฟิกา เข็มจักร
พลังงานเคมี	แบตเตอรี่ การลุกไหม้ การระเบิด
พลังงานไฟฟ้า	เครื่องกำเนิดไฟฟ้า โมเตอร์ไฟฟ้า
พลังงานอะตอม และพลังงานนิวเคลียร์	การแยกอะตอมของธาตุ

ส่วนมากจะมีพลังงานรูปต่าง ๆ หลายรูปเกิดขึ้น พร้อม ๆ กัน จากแหล่งกำเนิดของพลังงานเดียวกัน ตัวอย่างเช่น พลังงานศักย์ในหัวไม้ขีดไฟ เมื่อเราใช้พลังงานกลขีดไม้ขีดกับข้างกล่องให้ลุกเป็นไฟ พลังงานศักย์นั้น ก็จะถูกปล่อยออกมาเป็นรูป พลังงาน ความร้อน แสงสว่าง เสียง และพลังงานเคมี

การเปลี่ยนรูปของพลังงาน

พลังงานเป็นสิ่งที่เราจะทำให้เกิดขึ้น หรือทำให้สูญหายไปไม่ได้ แต่เราอาจเปลี่ยนมันจากรูปหนึ่งไปเป็นพลังงาน รูปอื่นได้ ข้อความที่กล่าวมานี้เราเรียกว่า กฎแห่งความถาวรของพลังงาน (Law of Conservation of Energy) ซึ่งเป็นกฎที่มีความสำคัญมากในทางวิทยาศาสตร์

เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านไปตามสายหลอดไฟฟ้า มันจะสูญเสียพลังงานไฟฟ้าไป พลังงานไฟฟ้าที่สูญหายไป ไม่ได้สูญหายไปเลยทีเดียว แต่เปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อน ในการส่งและรับวิทยุ พลังงานเสียงจากห้องส่งจะเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ทำให้ไดอะแฟรมของไมโครโฟนสั่น และพลังงานกลนั้นจะทำให้เกิดพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า แล้วกลายเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือคลื่นวิทยุส่งถ่ายทอดไปในอากาศ เมื่อคลื่นวิทยุไปกระทบสายอากาศ มันจะเปลี่ยนเป็น พลังงาน แม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่ง จะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานกล ทำให้ไดอะแฟรมของลำโพงเสียงสั่น การสั่นของไดอะแฟรมของลำโพงเสียง จะทำให้เกิดเป็นพลังงานเสียงอีกครั้งหนึ่ง โดยเหตุนี้ผู้ที่อยู่ห่างจากสถานีส่งวิทยุไกล ๆ จึงสามารถรับฟังว่าผู้พูดที่สถานีส่งพูดว่าอะไรได้

พลังงานนิวเคลียร์ ก็สามารถเปลี่ยนไปเป็นความร้อน ความร้อนที่เกิดขึ้นใช้ต้มน้ำให้ออนาไปต้มน้ำเครื่องจักร แล้วทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าได้ นอกจากนั้นพลังงานนิวเคลียร์ยังใช้ขับเคลื่อนเรือดำน้ำได้ด้วย เมื่อลูกระเบิดอะตอมและลูกระเบิดไฮโดรเจนระเบิด พลังงานนิวเคลียร์จะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน แสงสว่าง เสียง และพลังงานกล แต่ละอย่างมีปริมาณมากมาย

และรวมกับกัมมันตภาพรังสีจากการระเบิด มันจะมีอำนาจระเบิดทำลายร้ายแรง

ในถ่านไฟฉาย เราอาศัยหลักการเปลี่ยนพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้า จากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง และความร้อน ตัวอย่างต่าง ๆ ข้างบน แสดงให้เห็นว่าพลังงานรูปหนึ่งเปลี่ยนเป็นพลังงานอีกรูปหนึ่งได้ แต่ตัวของพลังงานเองจะไม่สูญหายไป

พลังงานบนดวงอาทิตย์เป็นพลังงานนิวเคลียร์ แต่มันส่งมายังโลกเราโดยการแผ่รังสี และอยู่ในรูปพลังงานความร้อนและพลังงานแสง พลังงานความร้อนที่โลกได้รับ บางส่วนจะถูกพืชและสัตว์สะสมเอาไว้และกลายเป็นสารที่เป็นเชื้อเพลิง เช่นน้ำมันปิโตรเลียม และถ่านหิน เมื่อเราเผาไหม้น้ำมันปิโตรเลียมและถ่านหิน มันก็จะคายความร้อนที่ถูกสะสมไว้ ออกมาสำหรับทำงาน ที่เป็นประโยชน์ให้แก่เราได้ เราอาจเปลี่ยนพลังงานความร้อนและแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้โดยตรง โดยไม่ต้องอาศัยธรรมชาติช่วย เป็นต้นว่า ในดาวเทียม เขามักจะส่งวิทยุพลังงานไฟฟ้าที่ทำให้เครื่องวิทยุทำงาน เปลี่ยนไปจากพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ เราอาจใช้เลนส์นูนรวมพลังงานการแผ่รังสี (ความร้อนและแสงสว่าง) จากดวงอาทิตย์ ทำให้หัวไม้ขีดลุกเป็นไฟได้ และถ้าใช้โลหะผิวขาวเป็นมัน เช่น อะลูมิเนียม ทำเป็นรูปเหมือนร่มกันแดด มันจะรวมพลังงานความร้อนไปต้มน้ำให้เดือดได้.

แบบฝึกหัดบทที่ 12

ก. จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

ดวงอาทิตย์เป็นดาว.....ซึ่งเป็นดาวที่มี.....ในตัวเอง และมี
ขนาด.....ที่เราเห็นว่าดวงอาทิตย์ใหญ่กว่าดาวดวงอื่นๆ ก็เพราะดวงอาทิตย์
เป็นดาว.....โลกที่สุด มันอยู่ห่างจากโลกประมาณ.....ไม่
ดวงอาทิตย์มีปริมาตรใหญ่กว่าโลกประมาณ.....เท่า
การหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ ที่.....เร็วกว่าที่.....
.....ของดวงอาทิตย์ นักวิทยาศาสตร์จึงเชื่อว่า ดวงอาทิตย์เป็น.....
.....

ก๊าซที่ผิวของดวงอาทิตย์ มีอุณหภูมิ.....°ฟ. และที่ใจกลางดวงอาทิตย์
ประมาณ.....°ฟ. ก๊าซบนดวงอาทิตย์มีก๊าซ.....อยู่ด้วยเป็นจำนวน
มาก ก๊าซนี้จะเปลี่ยนไปเป็นก๊าซ.....เหมือนอย่างในลูกระเบิดไฮโดรเจน
และส่งพลังงาน.....และพลังงาน.....ออกมามากมาย
พลังงาน คือ.....เราแบ่งพลังงาน
ตามลักษณะการทำงาน ออกได้เป็น.....ชนิด คือพลังงาน.....
และพลังงาน.....พลังงานมีหลายรูปด้วยกัน เราอาจ.....
พลังงานรูปหนึ่ง.....พลังงานอีกรูปหนึ่ง แต่เราไม่สามารถทำให้
พลังงาน.....หรือ.....ไปได้ ซึ่งเป็นไป
ตามกฎ.....

ข. จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ดวงอาทิตย์เป็นดวงดาวที่ใหญ่ที่สุดและสว่างที่สุด จริงหรือไม่ ? เพราะเหตุไร ?
2. เพราะเหตุไรเราจึงเชื่อว่าดวงอาทิตย์เป็นกลุ่มก๊าซ ?
3. พลังงานจากดวงอาทิตย์เกิดขึ้นได้อย่างไร ?
4. พลังงานคืออะไร ? และมีกี่ชนิด ? อะไรบ้าง ?
5. จงบอกรูปต่างๆ ของพลังงาน และบอกถึงประโยชน์ของพลังงานแต่ละรูป
6. กฎแห่งการถาวรของพลังงานมีใจความว่าอย่างไร ? จงยกตัวอย่างเพื่ออธิบายว่า พลังงานรูปหนึ่งเปลี่ยนไปเป็นพลังงานอีกรูปหนึ่งได้
7. เราเอาพลังงานจากดวงอาทิตย์มาทำประโยชน์อะไรได้บ้าง ?

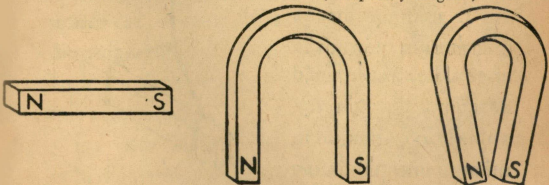
บทที่ 13

แม่เหล็ก (Magnetism)

แม่เหล็กธรรมชาติ (Natural magnet)

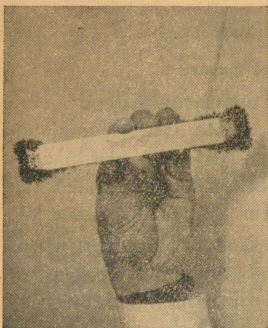
เมื่อหลายพันปีมาแล้ว มีผู้พบว่าแร่เหล็กชนิดหนึ่ง ซึ่งเกิดขึ้นตามธรรมชาติ สามารถดึงดูดเหล็กได้ เขาเรียกแร่เหล็กชนิดนี้ว่า หินนำทาง (leading stone หรือ lode stone) เพราะว่ามันมีคุณสมบัติสามารถบอกทิศเหนือใต้ได้ คือถ้าเราเอาเชือกแขวนมันไว้ให้มันหมุนได้รอบตัวในแนวราบ มันจะหมุนไปหยุดอยู่โดยมีปลายข้างหนึ่งชี้ไปทางเหนือ อีกปลายหนึ่งชี้ไปทางใต้ เราเรียกแร่เหล็กชนิดนี้ว่า แม่เหล็กธรรมชาติ เมื่อ 4000 กว่าปีมาแล้ว ชาวจีนรู้จักใช้แม่เหล็กธรรมชาติ สำหรับชี้ทิศทางการเดินทางข้ามทะเลทราย แม่เหล็กที่ใช้กันในปัจจุบันล้วนแต่เป็นแม่เหล็กทำขึ้นทงน เราเรียกแม่เหล็กที่เราทำขึ้นว่าเบน แม่เหล็กประดิษฐ์ (artificial magnet)

แม่เหล็กคือวัตถุ สามารถดูดเหล็ก อ่อน และเหล็ก กล้าได้ ประโยชน์ของแม่เหล็กมีมากมาย แม่เหล็กถาวร (permanent magnet) ซึ่งรักษาความเป็นแม่เหล็กไว้ได้นาน มีที่ใช้ในรีเลย์ โทรศัพท์ ในลำโพงเสียงของเครื่องรับวิทยุ ในเครื่องมือไฟฟ้าต่าง ๆ หลายอย่าง ในไมโครโฟนบางชนิด และเราใช้แม่เหล็กถาวรทำเป็นเข็มทิศ แม่เหล็กชั่วคราว (temporary magnet) คือ



แม่เหล็กแท่งตรงและแม่เหล็กเกือกม้า

แม่เหล็กขึงมีอำนาจแม่เหล็กอยู่ได้ชั่วคราวเท่านั้น มีที่ใช้ในไดนาโม



หรือเครื่องทำไฟฟ้า ถ้าขาดแม่เหล็กเสียแล้ว เครื่องมือ

เครื่องใช้เหล่านี้ อาจจะ ไม่ทำงาน หรือทำงานไม่ได้ผลดีเท่า

แม่เหล็กมีรูปร่างลักษณะ และขนาดต่าง ๆ กัน ตาม

ความประสงค์ต้องการนำไป ใช้ แต่แม่เหล็กที่ใช้กันมากมี

อยู่สองแบบ แบบหนึ่งมีรูปร่างเป็นแท่งตรงเรียกว่า แม่

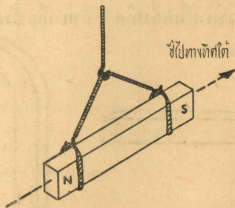
เหล็กแท่งตรง (bar magnet) ส่วนอีกแบบหนึ่งเรียกว่า แม่

เหล็กเกือกม้า (horse-shoe magnet) เพราะมันมีลักษณะงอโค้ง คล้ายกับเกือกม้า

สมบัติของแม่เหล็ก

สมบัติของแม่เหล็กคงเป็นที่ทราบกันบ้างแล้ว ถ้าเรามีแม่เหล็กแท่งตรงสักแท่งหนึ่ง เราก้อาจทดลองหาสมบัติของแม่เหล็กเองได้ แม่เหล็กมีสมบัติดังต่อไปนี้

1. แม่เหล็กสามารถดูดเหล็ก อ่อน และ เหล็กกล้า ได้ลองเอาปลายแท่งแม่เหล็กไปแตะกับตาปูเหล็ก มันจะดูดตาปูติดไปด้วย ถ้าเทผงตะไบเหล็กลงบนแท่งแม่เหล็ก เมื่อยกแท่งแม่เหล็กขึ้น จะพบ แท่งแม่เหล็กที่แขวนไว้ จะชี้ในแนวเหนือ-ใต้เสมอ



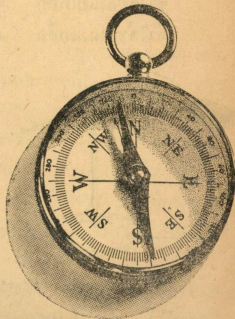
ว่าผงตะไบเหล็กเกาะ อยู่หนาแน่น ที่ปลาย ทั้งสองของแท่งแม่เหล็ก
ที่ตรงปลายซึ่งผงตะไบเหล็กเกาะอยู่หนาแน่นนี้ เราเรียกว่า **ขั้ว
แม่เหล็ก** (magnetic pole)

2. ถ้าเอาแท่งแม่เหล็กมาผูกตรงกลางด้วยเชือกแล้วแขวนไว้
หรือเอาแม่เหล็กซึ่งเขาทำให้วางได้บนแกนตั้ง และหมุนได้คล่อง
มาวางไว้ จะปรากฏว่าแม่เหล็กจะหันปลายซึ่งไปทางทิศเหนือและ
ทิศใต้เสมอ เราเรียกปลายซึ่งไปทางทิศเหนือว่า **ขั้วเหนือ** (North
pole) หรือขั้ว N ส่วนปลายซึ่งไปทางทิศใต้ เราเรียกว่า **ขั้วใต้**
(South pole) หรือขั้ว S บนแท่งแม่เหล็ก เขามักจะเขียนตัว
อักษร N และ S กำกับไว้ที่ปลายแท่ง เพื่อบอกให้ทราบว่าขั้วไหน
เป็นขั้วเหนือ และขั้วไหนเป็นขั้วใต้

โดยเหตุที่แท่งแม่เหล็กซึ่งไปทางเหนือและใต้เสมอ ถ้าเรา
ปล่อยให้มันหมุนได้ เขาจึงอาศัยสมบัติของแม่เหล็ก นำมัน
มาทำ**เข็มทิศ** (magnetic compass) เข็มทิศมีลักษณะเป็นดัดบักลม

ตรงกลางมีเดือยเล็ก ๆ ปลายของ
เดือยหรือแกนแหลม บน
เดือยนี้มีแม่เหล็กแผ่นบาง ๆ
ปลายทั้งสองของแม่เหล็กเขาทำ
ให้เรียวแหลมแม่เหล็กนี้สามารถ
หมุนได้รอบในแนวระดับ และ
หมุนได้คล่อง ที่พันดัดบัเขาจะ
มีมาตราส่วนเป็นวงกลม แสดง
ทิศเอาไว้ ลักษณะของเข็มทิศ
เหมือนในรูปข้างขวา

จริง ๆ แล้ว ปลายของเข็ม
ทิศ ไม่ได้ชี้ตรงทิศเหนือ ใต้ทาง
ภูมิศาสตร์ทีเดียวนัก

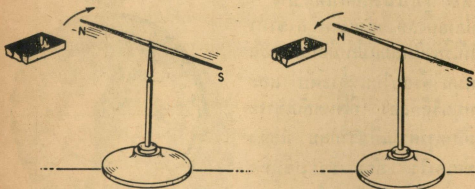


เข็มทิศ

3. ถ้าเอาปลายข้างหนึ่งของแม่เหล็กเข้าไปใกล้เข็มทิศ หรือเข้าใกล้ปลายข้างหนึ่งของแท่งแม่เหล็กที่แขวนอยู่ เข็มทิศหรือแท่งแม่เหล็กที่แขวนอยู่จะหมุนจากตำแหน่งเดิม ถ้าเอาขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็กเข้าไปใกล้ขั้วเหนือของเข็มทิศ จะเห็นว่ามันผลักให้ขั้วเหนือของเข็มทิศเบนออกไปจากมัน เมื่อเอาขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็กนั้นเข้าไปใกล้ขั้วใต้ของเข็มทิศ มันจะดูดขั้วใต้ของเข็มทิศให้เข้ามาหาตัวมัน คราวนี้ถ้าเราเอาขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็กเข้าไปใกล้เข็มทิศบ้าง จะพบว่าขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็กดูดขั้วเหนือของเข็มทิศ แต่จะผลักขั้วใต้ของเข็มทิศ

จากการทดลองข้างบน เรากล่าวได้ว่า

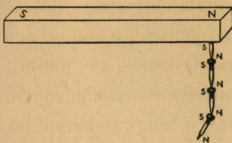
ขั้วเหนือของแม่เหล็ก	ผลัก	ขั้วเหนือของเข็มทิศ
ขั้วเหนือของแม่เหล็ก	ดูด	ขั้วใต้ของเข็มทิศ
ขั้วใต้ของแม่เหล็ก	ดูด	ขั้วเหนือของเข็มทิศ
ขั้วใต้ของแม่เหล็ก	ผลัก	ขั้วใต้ของเข็มทิศ



การผลัก และดูดระหว่างขั้วแม่เหล็ก

หรือสรุปได้ว่า ขั้วเหมือนกันของแม่เหล็กจะผลักกัน แต่ขั้วต่างกันจะดูดกัน

4. แท่งเหล็กธรรมดา ซึ่งวางอยู่ไม่ห่างจากปลายของแท่งแม่เหล็กนั้น จะกลายเป็นแม่เหล็กไปด้วย การกลายเป็นแม่เหล็กของแท่งเหล็กธรรมดาโดยวิธีนี้ เราเรียกว่ากลายเป็นแม่เหล็กโดยการเหนี่ยวนำ (induction) ปลายของแท่งเหล็กธรรมดาที่อยู่ใกล้ขั้วเหนือของแม่เหล็ก จะเป็นขั้วใต้ ส่วนปลายที่อยู่ห่างออกไปจะเป็นขั้วเหนือ เราอาจแสดงการเหนี่ยวนำแม่เหล็กให้เห็นได้โดยใช้แม่



คาบูกถูกเหนี่ยวนำให้กลายเป็นแม่เหล็ก

เหล็กแท่งหนึ่ง เอาขั้วเหนือของมันติดกับคาบูก คาบูกตัวนั้นจะติดอยู่กับแท่งแม่เหล็ก และสามารถดูดคาบูกตัวต่อไปได้ เป็นเช่นนั้นเรื่อย ๆ ไป แสดงว่าคาบูกทุกตัวกลายเป็นแม่เหล็กโดยการเหนี่ยวนำ สามารถดูดดึงดูดคาบูกตัวต่อไปได้

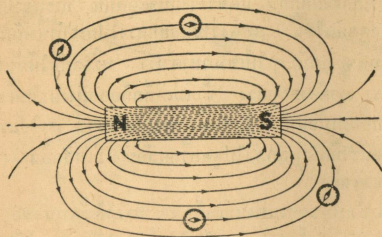
แรงแม่เหล็ก (Magnetic Force)

เมื่อกล่าวถึงสมบัติของแม่เหล็ก ได้พูดไว้ว่าขั้วเหมือนกันของแม่เหล็กจะผลักกัน แต่ขั้วต่างกันจะดูดกัน การที่ขั้วแม่เหล็กผลักหรือดูดกันได้นั้น แสดงว่ามันออกแรงไปกระทำซึ่งกันและกัน เวลาเราดูดของหนัก ๆ ให้เข้ามาหาตัวเรา หรือผลักให้มันออกไปจากตัวเรา เราต้องออกแรง ขั้วแม่เหล็กก็ออกแรงผลักหรือดูดขั้วแม่เหล็กอื่นเหมือนกัน ในกรณีนี้หรือผลึกของ เราใช้แรงกลำเนื้อ แต่แรงที่แม่เหล็กส่งไปดูดหรือผลักขั้วแม่เหล็กอื่น เราเรียกว่า **แรงแม่เหล็ก**

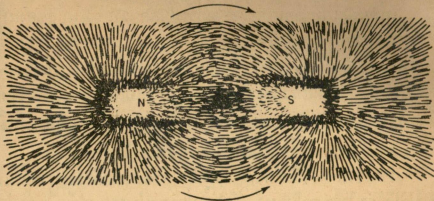
เอาขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็ก มาใกล้ขั้วเหนือของเข็มทิศ จะเห็นว่ามันผลักขั้วเหนือของเข็มทิศออกไปได้มากและได้แรง ถ้าขั้วขั้วเหนือของแม่เหล็กให้ห่างออกไป แรงผลักที่สังเกตเห็น

ก็จะลดน้อยลงตามลำดับ กล่าวคือ มันจะแผ่กั้วเหนือของเข็มทิศออกไปได้น้อยและค่อย ๆ ถ่างเอาหัวเหนือของแท่งแม่เหล็กออกจากเข็มทิศมาก ๆ มันจะไม่ผลักเข็มทิศเลย แสดงว่า บริเวณรอบ ๆ เข็มทิศไม่มีแรงจากแท่งแม่เหล็กส่งมาถึง บริเวณที่แรงแม่เหล็กของแท่งแม่เหล็กส่งมาถึง เราเรียกว่า **สนามแม่เหล็ก** (Magnetic field) รอบ ๆ แท่งแม่เหล็กจะมีสนามแม่เหล็ก แต่ห่างจากแท่งแม่เหล็กออกไป สนามแม่เหล็กจะจางลง กล่าวคือ อำนาจการผลักหรือดูดจะลดลง เราพูดกันว่า สนามแม่เหล็กที่บริเวณใกล้แท่งแม่เหล็ก มีความเข้ม (intensity) สูง แต่ยิ่งห่างออกไป ความเข้มของสนามแม่เหล็กจะต่ำ หรือลดน้อยลงไป บริเวณที่อยู่ห่างจากแท่งแม่เหล็กมาก ๆ จะไม่มีสนามแม่เหล็ก และความเข้มของสนามแม่เหล็ก ณ บริเวณนั้นจะเป็นศูนย์

ถ้าเอาแม่เหล็กแท่งตรงแท่งหนึ่ง วางบนแผ่นกระดาษเปล่า เอาดินสอลากเส้นรอบรูปของแท่งแม่เหล็กเอาไว้ เอาเข็มทิศเล็กๆ อันหนึ่งวางให้ชี้ตัวเหนือของแม่เหล็ก เอาดินสอจุดปลายหัวเหนือ

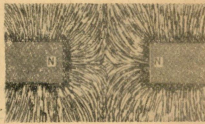
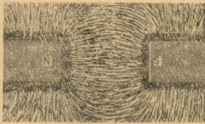


แสดงเส้นแรงแม่เหล็กโดยใช้เข็มทิศ



แสดงเส้นแรงแม่เหล็กโดยใช้ผงตะไบเหล็ก

ของเข็มทิศไว้ ขยับเข็มทิศไปอยู่ตำแหน่งใหม่ ให้ปลายขั้วใต้ของเข็มทิศอยู่ตรงจุดดินสอที่หมายไว้แล้ว และจุดปลายขั้วเหนือของเข็มทิศไว้ก่อน ถ้าทำเช่นนั้นไปเรื่อย ๆ เราจะได้จุดหลายจุด ซึ่งจะวนเข้าหาขั้วใต้ของแม่เหล็ก เมื่อลากเส้นเชื่อมจุดเหล่านั้น เราจะได้เส้นโค้งจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ของแม่เหล็ก ถ้าเราทำอย่างเดิมอีก



ใช้ผงตะไบแสดงการดูดและผลกระทหว่างขั้วแม่เหล็ก

แต่ให้เข็มทิศอยู่ทุกตำแหน่งหนึ่งใกล้ขั้วเหนือของแม่เหล็ก เราจะสามารถหาเส้นโค้งอื่น ๆ ได้ก็ดังในรูปหน้า 114 เส้นเหล่านั้นเราเรียกว่า **เส้นแรงแม่เหล็ก** (magnetic lines of force)

มีวิธีแสดงให้เห็นเส้นแรงแม่เหล็กอีกวิธีหนึ่ง วิธีนี้เอาแม่เหล็กวางบนโต๊ะแล้วเอาแผ่นกระดาษแข็งวางทับลงไป โรยผงตะไบเหล็กบนกระดาษแข็ง เมื่อเคาะกระดาษเบา ๆ ผงตะไบจะจัดตัวมันให้แลดูเห็นเป็นเส้นโค้ง ซึ่งเป็นเส้นแรงแม่เหล็ก (รูปบนหน้า)

เส้นแรงแม่เหล็กนั้น เราถือว่ามันออกจากขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็กเสมอ และจะโค้งเข้าหาขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็ก จากขั้วเหนือไปขั้วใต้เส้นแนวแรงจะอยู่ภายนอกแท่งแม่เหล็ก เมื่อวกเข้าขั้วใต้แล้ว เส้นแนวแรงจะผ่านไปในแท่งแม่เหล็กย้อนไปบรรจบที่ขั้วที่มันเริ่มออกจากขั้วเหนือออก เส้นแรงแม่เหล็กแต่ละเส้นจึงเป็นวงรอบ และวงหรือเส้นแนวแรงเหล่านี้จะไม่ตัดกันเลย

เราอาจแสดงให้เห็นกฎการดึงดูดและการผลัก ระหว่างขั้วแม่เหล็กได้โดยใช้ผงตะไบเหล็กดังในรูปล่างหน้า 115 ถ้าเป็นขั้วต่างกันเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือจะถูกดึงดูดให้เข้าสูขั้วใต้ แต่ถ้าเป็นขั้วเหมือนกัน เส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือขวหน่งจะถูกเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือขวหน่งผลักไว้

การคำนวณอย่างง่ายเกี่ยวกับแรงแม่เหล็ก

แรงที่แท่งแม่เหล็กแต่ละแท่งส่งออกไปกระทำกับแท่งแม่เหล็กอื่น เช่น ไปกระทำกับเข็มทิศนั้น มีค่าไม่เท่ากัน ดังจะเห็นได้ว่าแม่เหล็กบางแท่งทำให้เข็มทิศเบนไปได้มากกว่าบางแท่ง การที่แม่เหล็กแต่ละแท่งส่งแรงออกไปได้ไม่เท่ากัน เพราะมันมีกำลังขั้วไม่เท่ากัน เราเรียกกำลังขั้วของแม่เหล็กว่า กำลังขั้ว (pole strength) ของแม่เหล็ก กำลังขั้วของแม่เหล็กนั้นมทั้งขั้วเหนือ และขั้วใต้ ของแท่งแม่เหล็ก และกำลังขั้วขั้วทั้งสองของแม่เหล็กแท่งหนึ่งจะมีค่าเท่ากัน กำลังขั้วของแท่งแม่เหล็กจะอยู่ที่ปลายแท่งแม่เหล็ก

แรงระหว่างขั้วแม่เหล็กสองขั้วอยู่ใกล้กัน นอกจากจะขึ้นอยู่กับกำลังขั้วของขั้วทั้งสองแล้ว ยังขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างขั้วทั้งสอง และยังขึ้นอยู่กับตัวกลางซึ่งขั้วทั้งสองวางอยู่ เราอาจหาแรงที่ขั้วหนึ่งส่งไปกระทำกับขั้วหนึ่งได้ จากสูตรข้างล่างนี้ สำหรับขั้วที่อยู่ในอากาศหรือในสุญญากาศ

$$F = \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$$

ในทันที F คือแรงที่ขึงหนึ่งส่งไปกระทำกับอีกขึงหนึ่ง m_1 และ m_2 เป็นกำลังขึงของขึงทั้งสอง และ d เป็นระยะห่างระหว่างขึงทั้งสอง ถ้าระยะห่างระหว่างขึงเป็นเซนติเมตร และกำลังขึงมีหน่วยเป็น หน่วยขึง แรงระหว่างขึงจะมีหน่วยเป็น ไนน์ (dyne)

ตัวอย่างที่ 1 จงหาแรงที่ขึงเหนือ 50 หน่วยขึง ส่งมากระทำกับขึงได้ 30 หน่วยขึง ขึงทั้งสองนี้อยู่ห่างกัน 10 เซนติเมตรในอากาศ และจงบอกด้วยว่าแรงนี้เป็นแรงดึงดูดหรือแรงผลัก

$$\begin{array}{cc} \text{N} & \text{S} \\ \circ & \circ \\ 50 & 30 \end{array}$$

← 10 ซม. →

$$\begin{aligned} F &= \frac{m_1 \times m_2}{d^2} \\ &= \frac{50 \times 30}{10 \times 10} \quad \text{ไนน์} \\ &= 15 \quad \text{ไนน์} \end{aligned}$$

ตอบ แรงที่ขึงเหนือส่งมากระทำกับขึงได้มีค่า 15 ไนน์

แรงจะเป็นแรงดึงดูด เพราะขึงทั้งสองนี้เป็นขึงต่างกัน ถ้าขึงใดเคลื่อนที่ได้ มันจะเคลื่อนที่เข้าหาขึงเหนือ

ตัวอย่างที่ 2 ขึงเหนือของแม่เหล็กสองขึง มีกำลังขึง 20 หน่วยขึง และ 80 หน่วยขึง วางอยู่ในอากาศ ถ้าแรงผลักระหว่างขึงทั้งสองมีค่า 64 ไนน์ จงหาระยะห่างระหว่างขึงทั้งสอง

$$\begin{aligned} F &= \frac{m_1 \times m_2}{d^2} \\ 64 &= \frac{20 \times 80}{d^2} \\ d^2 &= \frac{20 \times 80}{64} \\ &= 25 \end{aligned}$$

$$\therefore d = \sqrt{25} \text{ ซม.}$$

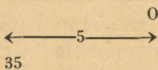
$$= 5 \text{ ซม.}$$

ตอบ ระยะห่างระหว่างขึงทั้งสอง เป็น 5 เซนติเมตร

ความเข้มของสนามแม่เหล็ก

ความเข้มของสนามแม่เหล็กที่จุด ๆ หนึ่งคือแรงซึ่งแท่งแม่เหล็กส่งมากระทำกับ ขั้วเหนือซึ่งมีกำลังหนึ่ง หน่วยขั้ว ซึ่งสมมุติว่าวางอยู่ ณ จุดนั้น ดังนั้นในการคำนวณหาความเข้มของสนามแม่เหล็กที่จุด ๆ หนึ่ง เราสมมุติว่าแท่งขั้ว นม 1 หน่วยขั้วเหนือวางอยู่ และหาแรงแม่เหล็กที่กระทำกับ 1 หน่วยขั้วเหนือ ความเข้มของสนามแม่เหล็กนั้นจะมีหน่วยเป็น ไดน์ ต่อหน่วยขั้ว ซึ่งเขานิยมเรียกว่า **เออร์สเตด** (oersted) หรือ **เกาส์** (gauss)

ตัวอย่างที่ 3 จงหาความเข้มของสนามแม่เหล็กที่จุด O ซึ่งอยู่ห่างจากขั้วเหนือ ซึ่งมีกำลังขั้ว 35 หน่วยขั้ว เป็นระยะ 5 เซนติเมตร



ความเข้มของสนามแม่เหล็กที่จุด O คือแรงที่ 1 หน่วยขั้วเหนือที่จุด O ได้รับ

$$\begin{aligned} \therefore \text{ความเข้มของสนามแม่เหล็กที่ O} &= \frac{35 \times 1}{5 \times 5} \text{ เออร์สเตด} \\ &= \frac{7}{5} \text{ เออร์สเตด} \\ &= 1.4 \text{ เออร์สเตด} \end{aligned}$$

ตอบ ความเข้มของสนามแม่เหล็กที่จุด O มีค่า 1.4 เออร์สเตด

แบบฝึกหัดบทที่ 13

ก. จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

แม่เหล็กคือ.....เหล็กธรรมดา
และเหล็กกล้าได้ แม่เหล็กที่พบในธรรมชาติ เป็นแม่เหล็ก.....
ถ้าแม่เหล็กรักษอำนาจแม่เหล็กได้นานมันเป็นแม่เหล็ก.....
แต่ถ้ารักษอำนาจแม่เหล็กไว้ไม่ได้นาน มันเป็นแม่เหล็ก.....แม่เหล็ก
ที่มีลักษณะเป็นแท่งยาวตรง เราเรียกว่าเป็นแม่เหล็ก.....
ส่วนที่มีลักษณะโค้งเหมือนรูปตัว U เราเรียกว่า แม่เหล็ก.....
แม่เหล็กสามารถ.....เหล็กธรรมดาและเหล็กกล้าได้ อำนาจ
ดึงดูดมีมากที่สุด.....ของแม่เหล็ก เราเรียกมันว่า.....
แม่เหล็ก เมื่อเอาแท่งแม่เหล็กผูกด้วยเชือกตรงกลางและแขวนไว้ ปลายที่ชี้ไปทางเหนือ
เรียกว่า.....หรือ.....ปลายที่ชี้ไปทางใต้
เรียกว่า.....หรือ.....เขาใช้ สมบัติ ข้อนี้
เอาแม่เหล็กมาทำ.....เดินทาง ขั้วเหมือนกันของแม่เหล็กจะ.....
แต่ขั้วต่างกัน.....แท่งเหล็กธรรมดาซึ่งวางอยู่ใกล้และในแนวเดียวกับแท่งแม่เหล็ก
จะกลายเป็น.....ไปด้วยปลายของแท่งเหล็กธรรมดา ที่อยู่ใกล้ขั้วเหนือ
ของแท่งแม่เหล็ก จะเป็น.....และปลายที่อยู่ไกลออกไปจะเป็น
.....การเกิดเป็นแม่เหล็กวิธีนี้ เราเรียกว่า เป็นแม่เหล็กโดย
.....
บริเวณที่แม่เหล็กอยู่ เรียกว่า.....ใกล้ขั้วของ
แม่เหล็กจะมีความเข้ม.....ห่างออกไป จะมีความเข้ม.....
.....เส้นที่ลากเพื่อแสดงแนวแรงแม่เหล็ก เรียกว่า.....
แม่เหล็ก

ข. จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. แม่เหล็กคืออะไร ? แม่เหล็กขั้วตรงและแม่เหล็กถาวรต่างกันอย่างไร ?
2. แม่เหล็กมีสมบัติอะไรบ้าง ? จงตอบอย่างละเอียด
3. ขั้วของแม่เหล็กสองแท่ง จะดูดหรือผลักกัน โดยที่กฎเกณฑ์อย่างไร ?
4. จงอธิบาย แรงแม่เหล็ก สนามแม่เหล็ก ความเข้มของสนามแม่เหล็ก เส้นแรงแม่เหล็ก ขั้วแม่เหล็ก และการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก

5. ขั้วเหนือสองขั้วมีกำลังขั้ว 30 และ 50 หน่วยขั้ว วางห่างกันในอากาศ 5 เซนติเมตร
จงหาแรงระหว่างขั้ว และจงบอกด้วยว่าแรงนี้เป็นแรงดูดหรือแรงผลัก
6. จงหาแรงระหว่างขั้วเหนือสองขั้ว ซึ่งมีกำลังขั้ว 4 และ 16 หน่วยขั้ว ขั้วทั้งสองนี้วาง
อยู่ในอากาศ ห่างกัน
- (ก) 2 เซนติเมตร
- (ข) 10 เซนติเมตร
- จงหาระยะห่างระหว่างขั้ว เมื่อแรงระหว่างขั้วทั้งสองเป็น 128 ไดน์
7. จงให้คำจำกัดความของความเข้มของสนามแม่เหล็ก
- จงหาความเข้มของสนามแม่เหล็กที่จุด ๆ หนึ่งซึ่งอยู่ห่างจากขั้วเหนือแม่เหล็ก 10
เซนติเมตร กำลังขั้วของขั้วเหนือนี้เป็น 15 หน่วยขั้ว
8. ขั้วเหนือ และขั้วใต้มีกำลัง 10 และ 5 หน่วยขั้วตามลำดับวางห่างกัน 5 เซนติเมตรใน
อากาศ จงหา
- (ก) แรงระหว่างขั้ว บอกด้วยว่าเป็นแรงดูดหรือแรงผลัก
- (ข) ความเข้มของสนามแม่เหล็ก ณ จุดที่ขั้วได้เคียววางอยู่ โดยเอาขั้วใด้ออก
ไปให้ห่าง

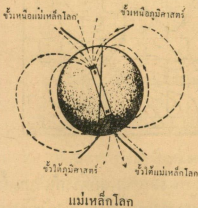
๘ บทที่ 14

แม่เหล็ก (ต่อ)

ในบทที่แล้ว เราทราบมาแล้วว่าสนามแม่เหล็ก คือบริเวณที่มีแรงแม่เหล็กหรือมีอำนาจแม่เหล็ก และยังได้ทราบว่าเข็มทิศไม่ว่าเราจะหันหรือหมุนมันไปอย่างไร ปลายทั้งสองของมันจะหันไปหยุดโดยชี้ไปทางเหนือและใต้เสมอ แสดงว่าต้องมีแรงแม่เหล็กมากกระทำกับเข็มทิศ หรืออาจกล่าวได้ว่า เข็มทิศอยู่ในสนามแม่เหล็ก เมื่อเอาเข็มทิศมาวางไว้ ระวังไม่ให้แม่เหล็กอื่นอยู่ใกล้ เข็มทิศก็ยังจะอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ สนามแม่เหล็กที่มีแรงมากกระทำกับเข็มทิศ จึงไม่ใช่สนามแม่เหล็กทั่วไป แต่เป็นสนามแม่เหล็กของโลก ซึ่งเรานิยมเรียกกันว่า สนามแม่เหล็กโลก (Earth's magnetic field)

สนามแม่เหล็กโลก

การที่โลกมีสนามแม่เหล็ก หรือมีแรงแม่เหล็กมาทำให้เข็มทิศอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ได้นั้น เราจึงกล่าวได้ว่า โลกกระทำตัว

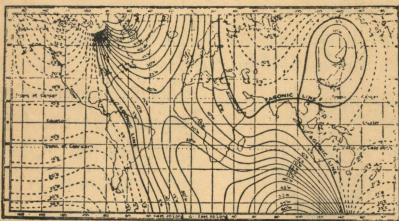


เสมือนว่ามีแม่เหล็กแท่งใหญ่ฝังอยู่ภายในโลก แม่เหล็กแท่งนี้ ขอให้เข้าใจว่า ไม่ได้มีอยู่จริงๆ เป็นแต่เพียงเราสมมุติขึ้นเท่านั้น เราเคยกล่าวมาแล้วในตอนก่อนว่า เข็มทิศไม่ได้ชี้ตรงแนวเหนือ-ใต้ ของภูมิศาสตร์ที่เดิวนัก เพียงแต่ใกล้เคียง

แนวเหนือ-ใต้ของภูมิศาสตร์มากเท่านั้น แม่เหล็กของโลกจึงไม่ได้อยู่ในแนวเหนือ-ใต้ทางภูมิศาสตร์ที่เดียว แต่เอียงทำมุมกับแนวเหนือ-ใต้ทางภูมิศาสตร์เล็กน้อย ดังในรูป

มุมบ่ายเบน (Angle of Declination)

ปลายของเข็มทิศจะชี้ไปทางขั้วของแม่เหล็กโลก ไม่ได้ชี้ไปทางขั้วโลกภูมิศาสตร์ หมายความว่า เมื่อเราดูเข็มทิศ เราจะทึกทักเอาว่า ปลายของมันชี้ไปยังขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ทางภูมิศาสตร์ไม่ได้ ที่กรุงเทพฯ เข็มทิศจะทำมุมประมาณ 1° กับแนวเหนือ-ใต้ทางภูมิศาสตร์ เฉียงไปทางตะวันตก มุมที่เข็มทิศเบนไปจากแนวเหนือ-ใต้ทางภูมิศาสตร์นี้ เราเรียกว่า มุมบ่ายเบน หรือมุมเบน มุมบ่ายเบน ณ ที่ต่างๆ กันจะมีค่าแตกต่างกันไป เขาทำแผนที่แสดงค่าของมุมบ่ายเบนที่ตำบลต่างๆ บนโลกเอาไว้ บนแผนที่เขาลากเส้นผ่านตำบลต่างๆ ซึ่งมีค่ามุมบ่ายเบนเท่ากัน เส้นเหล่านี้เขาเรียกว่า เส้นไอโซโกนัล (isogonal lines) เส้นที่ลากผ่านตำบลลมมุมบ่ายเบนเป็นศูนย์ เรียกว่าเส้นอะโกนิค (Agonic line) บนเส้นเข็มทิศจะตรงแนวเหนือ-ใต้ทางภูมิศาสตร์



แผนที่แสดงเส้นมุมบ่ายเบนเท่ากัน

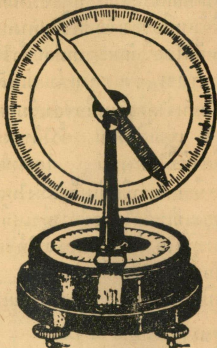
นอกจากมุมบ่ายเบนที่ตำบลต่างๆ บนโลกจะแตกต่างกันไปแล้ว มุมบ่ายเบนที่ตำบลหนึ่งๆ ยังเปลี่ยนแปลงไปทุกปีด้วย นักวิทยาศาสตร์ได้คำนวณหาว่าที่ตำบลหนึ่ง มุมบ่ายเบนจะเปลี่ยนแปลงไปเท่าไร และไปทางไหนในปีหนึ่งๆ และได้ทำตารางแสดงการเปลี่ยนแปลงของมุมบ่ายเบนไว้

เข็มทิศเมื่ออยู่ในสนามแม่เหล็กโลก จะชี้ขั้วเหนือของมัน
ไปทางเหนือ และขั้วใต้ไปทางใต้ เราทราบแล้วว่าขั้วต่างกันของ
แม่เหล็กจะดูดกัน และขั้วเหมือนกันของแม่เหล็กจะผลักกัน การ
ที่ขั้วเหนือของเข็มทิศไปทางเหนือ บ่งชี้ว่าขั้วเหนือแม่-
เหล็กโลกมีลักษณะเหมือนขั้วใต้ของแม่เหล็กธรรมดา (ดูรูปใน
หน้า 121 ซึ่งแสดงแท่งแม่เหล็กโลกสมมติฝังอยู่ภายในโลก) ดัง-
นั้นมันจึงดูดขั้วเหนือของเข็มทิศและขั้วเหนือของแม่เหล็ก ธรรมดา
ได้ เช่นเดียวกัน ขั้วใต้ของแม่เหล็กโลก จึงดูดขั้วใต้ของเข็ม
ทิศให้ชี้ไปทางนั้น โดยเหตุนี้เราจึงสมมติว่าโลกมีแท่งแม่เหล็ก
เสมือนกับว่ามีแม่เหล็กแท่งใหญ่ฝังอยู่ภายในโลก โดยขั้วเหนือ
ของแม่เหล็กโลกอยู่ทางทิศเหนือ และขั้วใต้ของแม่เหล็กโลกอยู่
ทางทิศใต้ ขั้วเหนือและขั้วใต้ของแม่เหล็กโลกมีลักษณะตรงกันข้าม
กับขั้วของแม่เหล็กธรรมดา และจะไม่ทับกับขั้วเหนือและขั้วใต้
ภูมิศาสตร์ทีเดียว จะเบี่ยงกันเล็กน้อย

มุมเท (Angle of Dip)

เข็มทิศที่เราพูดถึงตลอดมา เขาทำให้หมุนได้แต่ในแนวนอน
คือหมุนไปทางซ้ายหรือทางขวาเท่านั้น ถ้าเราทำเข็มทิศเสียใหม่
ให้หมุนได้แต่ในแนวตั้ง คือปลายของเข็มทิศหมุนขึ้นหรือลงได้
เราเรียกเข็มทิศชนิดนี้ว่า **เข็มเท** ลักษณะของเข็มเท เป็นแม่เหล็ก
แผ่นบาง ๆ ปลายเรียวแหลม สามารถหมุนได้รอบแกนซึ่งอยู่ใน
แนวนอนหรือแนวราบ นั่นคือตัวเข็มเทเองจะหมุนขึ้นลงได้ใน
แนวนอน หรือแนวตั้ง แกนที่เข็มเทหมุนได้รอบนั้นผ่านจุดศูนย์กลาง
ของเข็มเท ปลายของเข็มเทจะขยับบนสเกลวงกลม ซึ่งอยู่ใน
แนวตั้งหรือแนวตั้ง สเกลนี้มีมาตราส่วนเป็นมุมตั้งแต่ 0 ถึง 360
องศา สเกลตงนั้นติดอยู่กับฐานวงกลม และที่ฐานนั้นมีสเกลวงกลม
อีกอันหนึ่ง เวลาจะใช้เข็มเท จะต้องหันสเกลตงและเข็มเทให้
อยู่ในแนวเดียวกับแนวเหนือใต้ของแม่เหล็กโลกเสียก่อน

ถ้าเอาเข็มเทมาตั้งไว้ และหันให้สเกลตั้งและตัวเข็มเทอยู่
ในแนวเหนือใต้ของแม่เหล็กโลก จะพบว่า แทนที่เข็มเทจะช
ขนาน กับ พนโลกเหมือน เข็ม ที่ส
มันจะชปลายข้างหนึ่ง ลงสู่พื้นดิน
ตัวเข็มจะเอียงทำมุม กับแนวระดับ
หรือแนวนอน มุมที่เข็มเททำกับ
แนวราบนี้ มันว่ **มุมเท** (Angle
of Dip) ประโยชน์ของเข็มเท ก็
คือ เอาไว้วัดมุมเทที่ตำบลต่างๆ



ถ้าเอาเข็มเทไปตั้งไว้ ทางซีก
โลกเหนือเส้นศูนย์สูตร (Equator)
ปลายที่เบนขวเหนือของเข็มเท จะ
ชี้สู่พื้นดิน ทั้งนี้เพราะว่าขว
เหนือของแม่เหล็กโลก ซึ่งอยู่ทาง
ซีกนั้น จะดึงดูดมันลงไป ถ้า
เข็มเทตั้งอยู่ทางซีกโลกด้านใต้ ขวใต้ของเข็มเทจะชลงสู่พื้นดิน
เพราะขวใต้ของแม่เหล็กโลกซึ่งอยู่ทางซีกนั้นจะดึงดูดมัน

มุมเทที่ตำบลต่างๆ บนผิวโลกมีค่าไม่เท่ากัน ที่ตรงขวเหนือ
และใต้ของแม่เหล็กโลก มุมเทจะเป็น 90° เข็มเทจะชลงสู่
พื้นดินเลยที่เดียว บนเส้นศูนย์สูตรแม่เหล็กมุมเทจะเป็น 0° และ
เข็มเทจะขนานกับพนโลก ที่กรุงเทพฯ มุมเทมีค่าประมาณ 12°
เขาทำแผนที่บอกมุมเทของตำบลต่างๆ ไว้ เส้นที่ลากผ่านตำบลที่มี
มุมเทเท่ากัน คือเส้นไอโซคลินัล (Isoclinal lines)

เข็มแม่เหล็กจะชี้ไปทางไหน ก็ขึ้นอยู่กับแนวทางของเส้น
แรงแม่เหล็กที่ตรงนั้น การที่มุมบ่ายเบนและมุมเท ณ ที่ต่างๆ กัน
มีแนวทางไม่เหมือนกัน เข็มเทจะชตามแนวทางของเส้นแรงแม่

เหล็กของสนามแม่เหล็กโลกที่แท้จริง เพื่อความสะดวกบางอย่างข้า
 เขาแยกสนามแม่เหล็กโลกที่ตำบลหนึ่ง ๆ ออกเป็นสองแนวด้วยกันย่อย
 คือในแนวนอนเป็นสนามแม่เหล็กโลกในแนวนอน และในแนวขึ้นคือ
 เป็นสนามแม่เหล็กโลกในแนวขึ้น สนามแม่เหล็กโลกในแนวนอน
 เป็นส่วนที่ทำให้เข็มทิศอยู่ในแนวเหนือ-ใต้

นอกจากมัมบ้ายเบนและมุมเทตตำบลต่าง ๆ ค่าแตกต่างกันไป
 แล้ว ความเข้มของสนามแม่เหล็กในแนวทั้งสอง ณ ตำบลต่าง ๆ
 กัน ก็ยังไม่เท่ากันอีกด้วย เนื่องจากเหตุที่ว่า ค่าของมัมบ้ายเบน, มุม
 ค่าของมุมเท และค่าของความเข้ม ณ ตำบลหนึ่งบนผิวโลก แตกต่าง
 ต่างจากค่าต่าง ๆ ณ ตำบลอื่นเอง เราจึงสามารถใช้แผนที่แม่เหล็กโลก
 โลกเป็นประโยชน์ในการเดินเรือได้

การที่โลกมีสนามแม่เหล็กนั้น ทำให้นายแพทย์กิลเบิร์ต นักที่
 วิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษเชื่อว่า ภายในโลกต้องมีแท่งแม่เหล็กแท่งเท
 ใหญ่ฝังอยู่จริง ๆ แต่เราทราบว่าความเหินเป็นไปไม่ได้ เพราะจ
 ภายในของโลกยังร้อนอยู่มาก เหล็กและสารอื่น ๆ ภายในจะต้องค
 หลอมละลายไปหมด ดังนั้นแม่เหล็กของโลกจึงเป็นเพียงเรื่อง ร
 สมมุติขึ้นมาเพื่อใช้อธิบายอำนาจ แม่เหล็ก ที่โลก มีอยู่ให้เข้าใจง่าย
 ง่ายขึ้น นักเรียนอย่าลืมนะเรียนเสีย มิฉะนั้นแล้วจะไปหลงเล
 เข้าใจผิดว่าโลกมีแม่เหล็กแท่งใหญ่ฝังอยู่ภายในจริง ๆ ส่วนที่ว่า
 อำนาจแม่เหล็กของโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร ถ้าหากว่าไม่มีแม่เหล็กถ
 แท่งใหญ่ฝังอยู่ มีผู้เสนอทฤษฎีไว้หลายทฤษฎีด้วยกัน นักเรียนจะ
 ทราบทฤษฎีเหล่านั้น ก็ต่อเมื่อได้เรียนวิทยาศาสตร์ต่อไปในชั้นสูง ๆ ๆ ๆ

สารแม่เหล็ก (Magnetic Substances)

สารที่นำมาทำเป็นแม่เหล็กได้ เป็นสารแม่เหล็ก นอกจากถ
 เหล็กแล้วเรายังสามารถทำโคบอลต์ และนิเกิล ให้เป็นแม่เหล็กได้

ได้ โลหะทั้งสองนี้จึงเป็นสารแม่เหล็กด้วย แม่เหล็กถาวร เช่น แม่เหล็กที่ใช้ในลำโพงเสียงบางชนิด เขามักใช้โลหะเจือทำ มันจะสามารถรักษาความเป็นแม่เหล็กไว้ได้นานและดี และยังทำเป็นแม่เหล็กได้ง่าย โลหะเจือที่ใช้ทำแม่เหล็กมี **ติโคนัล** (Ticonal) ซึ่งประกอบด้วย ธาตุดีบุก, โคบอลต์, นิกเกิล และอะลูมิเนียมเจือปนกัน **อัลนิ** (Alni) มีอะลูมิเนียม และนิกเกิลปนกัน **เหล็กกล้าโคบอลต์** (Cobalt steel) มีโคบอลต์ เหล็กกล้าและถ่านเจือปนกัน แม่เหล็กชั่วคราวที่ต้องการใหม่แรงมาก เขาทำจาก **มิวเมทัล** (Mumetal) และ **เปอร์มัลลอย** (Permalloy) ซึ่งเป็นโลหะเจือระหว่างนิกเกิลและเหล็ก

สารที่ไม่ใช่สารแม่เหล็ก เราเอามาทำแม่เหล็กไม่ได้ พวกมันได้แก่ไม้ กระดาษ แก้ว และทองแดง เป็นต้น

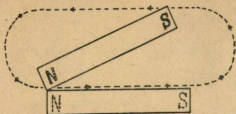
เหล็กทุกชิ้นข้างบริสุทธิเป็น **เหล็กอ่อน** ส่วน **เหล็กกล้า** นั้นเขาทำขึ้นโดยเอาถ่านไปผสมกับเหล็กบริสุทธิ์ เหล็กอ่อนและเหล็กกล่ามีสมบัติทางแม่เหล็กไม่เหมือนกัน เมื่อทำให้เป็นแม่เหล็กเหล็กกล้าจะกลายเป็นเหล็กได้ยากกว่าเหล็กอ่อน แต่เมื่อเป็นแม่เหล็กแล้ว เหล็กกล้าจะรักษาความเป็นแม่เหล็กไว้ได้นานกว่าเหล็กอ่อน โดยเหตุที่กล่าวนี้ เขาจึงนิยมใช้เหล็กกล้าสำหรับทำแม่เหล็กถาวร และใช้เหล็กอ่อนสำหรับทำแม่เหล็กชั่วคราว

วิธีทำแม่เหล็กประดิษฐ์

แม่เหล็กที่ใช้กันทุกวันนี้ เป็นแม่เหล็กประดิษฐ์หรือแม่เหล็กเทียมที่เราทำขึ้นทางสน ไม่ใช่แม่เหล็กธรรมชาติ วิธีทำแม่เหล็กมีต่างๆ กันดังนี้ คือ

1. ใช้แม่เหล็ก

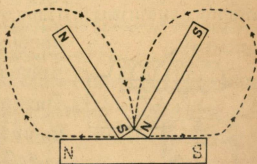
ก. ใช้แม่เหล็กทั้งคู่
หนึ่ง เราสามารถทำให้ก้อนเหล็กกลายเป็นแม่เหล็กได้ โดย



วิธีขั้วร้อย

ขี้แม่เหล็กชิ้นสูงๆ เหนือก้อนเหล็กอย่างที่เราแสดงไว้เป็นเส้นไขปลานี้
ในรูป แล้วไปเริ่มต้นที่ปลายเดิมของก้อนเหล็กอีก ทำอย่างนี้
ซ้ำกันหลายๆ ครั้ง ก้อนเหล็กจะกลายเป็นแม่เหล็ก ปลายที่เรา
เอาขี้แม่เหล็กมาจาดก่อน จะเป็นขั้วเหมือนกับขี้แม่เหล็กที่มา
มาจาด วิธีนี้บางทีก็เรียกว่า วิธีขั้วร้อย

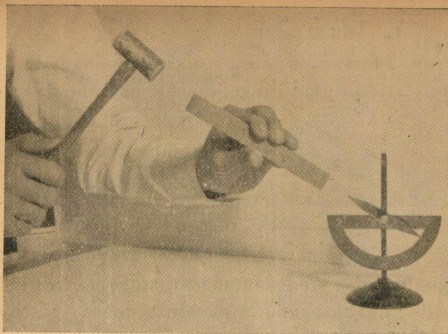
ข. ใช้แม่เหล็กสองแท่ง บางทีก็เรียกว่า วิธีขั้วแยก
แม่เหล็กที่ทำขึ้นโดยวิธีนี้ จะมีอำนาจแรงกว่าแม่เหล็กที่ทำขึ้นโดย
วิธีก่อน สำหรับวิธีนี้ เราใช้ขั้วต่างกันของแม่เหล็ก ถูกรูด
แยกออกจากกันไปตามความยาวของก้อนเหล็กจนสุดปลาย แล้ว
วนมาเริ่มที่ตรงกลางอีก ทำ
เช่นนี้ซ้ำกันหลายๆ ครั้ง
ก้อนเหล็กก็จะกลายเป็นแม่
เหล็ก ปลายของก้อนเหล็ก
จะเป็นขั้วต่างชนิดกับขั้วของ
ของแม่เหล็กที่มาถูมัน



วิธีขั้วแยก

2. ใช้สนามแม่เหล็ก

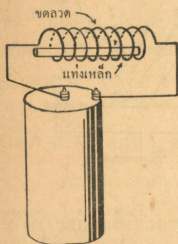
ในสมัยโบราณ เขาทำแม่เหล็กโดยเอาแท่งเหล็กมาวางให้
อยู่ในแนวของสนามแม่เหล็ก แล้วใช้ก้อนเคาะปลายข้างหนึ่งของ



ใช้ค้อนเคาะแท่งเหล็กในแนวที่เข้มแข็ง
แท่งเหล็กสักพักหนึ่ง มันจะกลายเป็นแม่เหล็ก สนามแม่เหล็ก
ที่เขาใช้ก็มีเป็นสนามแม่เหล็กโลก แนวทางแท่งเหล็ก ก็คือ
แนวขนานกับแนวที่เข้มแข็ง

3. ใช้ไฟฟ้า

วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้กันมากเพราะสะดวกกว่า เร็วกว่า และแม่
เหล็กที่ทำจะมีอำนาจแรงกว่าวิธีอื่น ๆ เขาเอาท่อนเหล็กที่จะทำเป็น



วิธีทำแม่เหล็กโดยใช้ไฟฟ้า

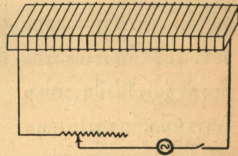
แม่เหล็กสอดเข้าไปในขดลวดทองแดง
ขมวดแน่นหุ้ม ขดลวดยาว และมี
จำนวนรอบมากพอสมควร ขดลวดประ-
เภทนิยมชื่อเฉพาะทางวิทยาศาสตร์ว่า **ขด**
ลวดโซลินอยด์ (Solenoid) ปลายของ
ขดลวดต่อกับแบตเตอรี่ไฟฟ้า กระแส
ไฟฟ้าที่ใช้ควรจะมาก กดสวิตช์ปล่อย
ให้ไฟเดินสักครู่หนึ่ง เมื่อกดสวิตช์
ท่อนเหล็กจะกลายเป็นแม่เหล็ก ควร

สังเกตไว้ด้วยว่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้เป็นกระแสไฟตรง ไม่ใช่กระแสไฟฟ้าสลับ ซึ่งมักเป็นกระแสไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้าน ขั้วของแม่เหล็กที่เกิดขนาน สุดแต่แต่ว่ากระแสไฟฟ้าไหลไปทางไหน

การทำให้หม้ออำนาจแม่เหล็ก

เมื่อต้องการทำให้แม่เหล็กถาวรหม้ออำนาจแม่เหล็ก เราอาจนำเอาแม่เหล็กไปเผาไฟให้ร้อนจัด แล้วนำมาวางในแนวตะวันออก-ตะวันตก ปล่อยให้มันเย็นตัวลง เมื่อเย็นแล้วอำนาจแม่เหล็กของมันจะหมดไป

วิธีทำอีกอย่าง คือเอาเอาแม่เหล็กไปใส่ในขดลวดโซลินอยด์ แล้วปล่อยกระแสไฟฟ้าสลับหรือไฟฟ้าใช้ตามบ้านเข้าไป (กระแสไฟฟ้าใช้ตามบ้าน บางจังหวัดก็เป็นกระแสตรง) แล้วค่อยๆ ลดกระแสลง เมื่อเอาแท่งแม่เหล็กออกมาจากขดลวด อำนาจแม่เหล็กของมันจะหมดไป



วิธีทำให้แม่เหล็กหม้ออำนาจแม่เหล็ก

ทฤษฎีโมเลกุลแม่เหล็ก (Molecular Theory of Magnetism)

แท่งเหล็กธรรมดาจะไม่ดึงดูดแท่งเหล็กอื่น แต่เมื่อถูกทำให้เป็นแม่เหล็กแล้ว มันจะมีอำนาจดึงดูดแท่งเหล็กอื่น หรือสารแม่เหล็กได้ นักวิทยาศาสตร์ได้เสนอทฤษฎี ๆ แห่งเพื่ออธิบายว่าทำไมแม่เหล็กจึงดึงดูดสารแม่เหล็ก ขนไว้ และให้ชื่อว่า ทฤษฎีโมเลกุลแม่เหล็ก

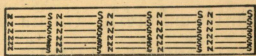
ถ้าเอาดาปั่วขาว ๆ มาสักตัวหนึ่ง ทำให้มันกลายเป็นแม่เหล็กที่ปลายของมันจะเป็นขั้วเหนือและขั้วใต้ ถ้าเราดัดดาปั่วให้ขาดเป็นสองท่อน แล้วนำเอาปลายที่เกิดใหม่เข้าไปใกล้เข็มทิศ จะปรากฏว่าปลายที่เกิดใหม่นั้นดูดหรือผลักเข็มทิศได้ แสดงว่ามันเป็นขั้ว

แม่เหล็ก และถ้าตรวจดูต่อไปก็จะทราบว่า ขวตปลายที่เกิดขึ้นใหม่ จะเป็นขวตตรงข้ามกับขวตปลายเดิมของท่อนเดียวกัน ถ้าหากเราตัดแม่เหล็กของเราให้เป็นท่อนสั้นๆ ต่อไปอีก ทุกท่อนก็จะ เป็นแม่เหล็ก จึงชวนให้คิดต่อไปว่า ไม่ว่าเราจะแบ่งย่อยลงไปอีกเท่าไร แต่ละชิ้น แต่ละส่วน ก็น่าจะเป็นแม่เหล็ก หรือกล่าวได้ว่าโมเลกุลของสารแม่เหล็กทุกๆ โมเลกุล เป็นแม่เหล็กหมด มีขั้วเหนือและขั้วใต้อยู่ประจำ

การที่เหล็ก หรือสารแม่เหล็กทั่วๆ ไป ไม่มีอำนาจแม่เหล็กมาดึงดูดสารแม่เหล็กอื่น ก็เป็นเพราะว่า โมเลกุลของมัน อยู่อย่าง ระเบียบ ระเบียบตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ



โมเลกุลเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ



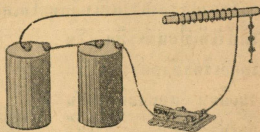
โมเลกุลเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ

อำนาจ แม่เหล็ก ของโมเลกุล จะไม่มีส่งออกมาภายนอก เพราะมันติดกันเสียเองภายในหมด นั่นคือขั้วเหนือของโมเลกุลอันหนึ่ง จะเกาะติดและติดกับขั้วใต้ของโมเลกุลต่อไป และขั้วเหนือของโมเลกุลที่สองก็จะไปติดกับขั้วใต้ของโมเลกุลที่สาม ต่อๆ กันไปเช่นนั้น ขั้วเหนือของโมเลกุลหลังจะไปติดกับขั้วใต้ของโมเลกุลแรก การจับกลุ่มของโมเลกุลเหล่านี้จะทำให้ขั้วของมันดึงดูดกันเสียเอง และทำลายอำนาจแม่เหล็กซึ่งกันและกันหมด จึงไม่มีแรงส่งออกมาภายนอก

ในการทำแท่งแม่เหล็กให้เป็นแม่เหล็ก เราใช้แรงแม่เหล็กไปทำให้โมเลกุลของมันเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบ โดยให้ขั้วเหนือของโมเลกุลทั้งหมดหันไปทางเดียวกัน และขั้วใต้ทั้งหมดของโมเลกุลหันไปทางเดียวกัน ดังในรูปข้างบน การเรียงตัวกันของโมเลกุลแบบนี้จะทำให้ขั้วของโมเลกุลที่อยู่ติดกัน ภายในแท่ง

โมเลกุลของแท่งเหล็กธรรมดาและโมเลกุลของแม่เหล็ก

อีก การทดลองนี้ช่วยให้เราทราบว่า โมเลกุล (ผงตะไบเหล็ก) ของสารแม่เหล็ก ก่อนที่จะถูกทำให้เป็นแม่เหล็กจะอยู่กันอย่างระเกะระกะ ดึงดูดกันเองภายใน จึงไม่มีอำนาจแม่เหล็กส่งออกมาภายนอก ครั้นเมื่อทำให้มันเป็นแม่เหล็กโดยเอาแม่เหล็กมาถู โมเลกุลจะเรียงกันเป็นระเบียบ มีอำนาจแม่เหล็กส่งออกมากระทำกับเข็มทิศ เมื่อเราเข้าใกล้ตลอดแล้ว เราทำให้โมเลกุลไม่เป็นระเบียบอีก มันจึงหมดอำนาจแม่เหล็ก



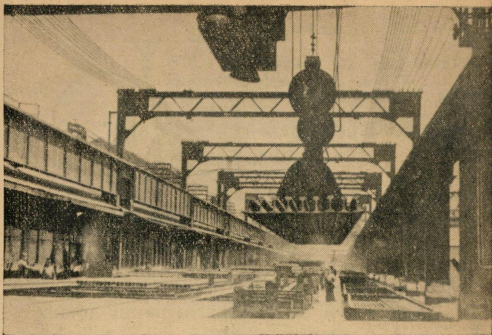
แม่เหล็กไฟฟ้า

แม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnet)

เราทราบแล้วว่า เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดซึ่งพันรอบท่อนเหล็ก ท่อนเหล็กจะกลายเป็นแม่เหล็ก ถ้าเหล็กที่ใช้เป็นเหล็กอ่อน อำนาจแม่เหล็กของมันจะมีอยู่ไม่นาน มันจะเป็นแม่เหล็กเพียงชั่วขณะที่มีกระแสไฟฟ้าเดินเท่านั้น เมื่อกระแสไฟฟ้าหยุดเดิน มันจะกลายเป็นเหล็กธรรมดาอย่างเดิม ท่อนเหล็กอ่อนซึ่งมีอำนาจแม่เหล็กเพียงชั่วเวลาที่กระแสไฟฟ้าเดินเท่านั้น เราเรียกว่า แม่เหล็กไฟฟ้า

ประโยชน์ของแม่เหล็ก

แม่เหล็กมีประโยชน์มากมายหลายอย่างด้วยกัน เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ มักจะมีแม่เหล็กถาวร และแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย แต่อุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิดก็มีแม่เหล็กชนิดเดียว เช่น กระดิ่งไฟฟ้า ลำโพงของเครื่องรับวิทยุ เครื่องรับและส่งโทรเลข ทุบโทรศัพท์ และมอเตอร์ไฟฟ้า เหล่านี้เป็นต้น นอกจากประโยชน์ดังกล่าวแล้ว ยังมีประโยชน์อื่น ๆ ที่สำคัญอีก คือ

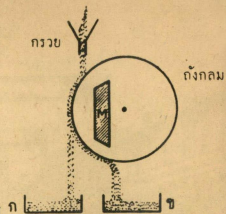


ใช้แม่เหล็กไฟฟ้ายกเหล็กหนัก ๆ

1. ใช้แรงแม่เหล็กสำหรับยกของหนัก ๆ แม่เหล็กสามารถดูดสารแม่เหล็กให้ติดตัวมันไปได้ เช่น แม่เหล็กขนาดธรรมดาสามารถดึงดูดตะปูเหล็กให้ติดมันไปได้ ถ้าเราใช้แท่งแม่เหล็กที่มีแรงสูง เราจะสามารถยกของหนัก ๆ ได้ แม่เหล็กที่เราใช้ยกของเป็นแม่เหล็กขนาดใหญ่ เขามักใช้สำหรับเคลื่อนย้ายของในโรงงานหรือตามท่าเรือ ในการรื้อทำลายตึกเก่า ๆ บางทีเขาใช้แม่เหล็กไฟฟ้ายกก้อนเหล็กใหญ่ และหนัก ขึ้นไปอยู่เหนือตึกที่ต้องการพัง เมื่อยกสวิตช์ให้กระแสไฟฟ้าหยุดเดิน แม่เหล็กไฟฟ้าจะหมดอำนาจแม่เหล็ก ก้อนเหล็กจะตกลงมากระทบกำแพงให้พังไป เมื่อต้องการยกก้อนเหล็กขึ้นมาอีก เราเคลื่อนแม่เหล็กไฟฟ้าเข้าไปใกล้ พอกดสวิตช์ให้กระแสไฟฟ้าเดิน มันก็มีอำนาจแม่เหล็กขึ้นมาอีก สามารถยกก้อนเหล็กขึ้นไปได้ใหม่ ในการเอาผงเหล็กออกจากตา เขาก็ใช้แม่เหล็กไฟฟ้า

2. ใช้สำหรับแยกสารแม่เหล็ก

ออกจากสารอื่น แม่เหล็กจะดูดแต่เฉพาะสารแม่เหล็กเท่านั้น มันจะไม่ดูดสารอื่นที่ไม่ใช่สารแม่เหล็ก เราจึงอาศัยสมบัติข้อนี้ นำแม่เหล็กมาใช้ประโยชน์ สำหรับแยกสารแม่เหล็กออกจากสารอื่นที่ไม่ได้เป็นสารแม่เหล็ก



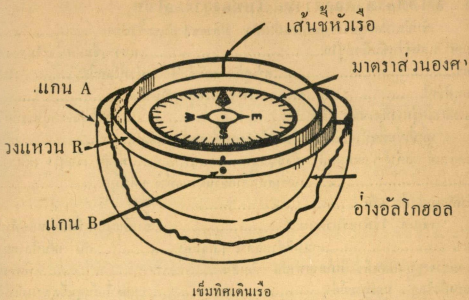
ใช้แม่เหล็กแยกสารแม่เหล็ก

เขาใช้แม่เหล็กถาวรสำหรับแยกผงตะไบของสารแม่เหล็กออกจากผงตะไบของสารอื่น โดยใช้เครื่องมือดังรูปข้างบน เอาผงตะไบที่ผสมกันอยู่เทใส่ลงไปในกรวย มันจะตกลงมาจนถึงกลมซึ่งกำลังหมุนอยู่รอบ ๆ แกนของมัน ภายในกลมมีแท่งแม่เหล็กถาวรซึ่งอยู่กับที่ ผงตะไบของสารที่ไม่ใช่สารแม่เหล็กจะไหลลงไปสู่ภาชนะ ก. ทางซ้ายมือ และผงตะไบของสารแม่เหล็กจะถูกแม่เหล็กดูดให้แยกออกไป และตกลงสู่ภาชนะ ข. ที่รองรับทางขวามือ

3. ใช้ในการเดินเรือ

ในการเดินเรือในมหาสมุทร ถ้าเดินเรือจะเห็นแต่หน้ากับฟ้า ไม่มีอะไรเป็นที่ยึดเหนี่ยวให้ทราบว่าเป็นที่ใดหรือไม่ว่า เรือมุ่งไปถูกทางหรือไม่ ถ้าเดินเรือจึงต้องอาศัยเข็มทิศสำหรับบอกทิศทาง เข็มทิศที่ใช้ในการเดินเรือมีลักษณะพิเศษแตกต่างไปจากเข็มทิศธรรมดา เราเรียกมันว่า เข็มทิศเดินเรือ

เข็มทิศเดินเรือ (Ship's magnetic compass) ชนิดหนึ่งมีลักษณะเหมือนกับแสดงในรูป ประกอบด้วยสเกลแบ่งมาตราส่วนเป็นช่อง ๆ และมีทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตกแสดงไว้ภายใต้สเกลนั้นแม่เหล็กแท่งเล็ก ๆ หลายแท่งติดอยู่ สเกลตรงกลางวางอยู่บนเดือยแหลม และหมุนได้คล่อง สเกลอยู่ในอ่าง



ซึ่งไม่ได้ทำด้วยสารแม่เหล็ก ในอาน้ำอัลโกซอลและน้ำบรรจุอยู่ และคอยทำให้สเกลไม่สั่นถึงแม้ว่าเรือจะสั่น อัลโกซอลจะบดบังกันไม่ให้สเกลกลายเป็นนาแข็ง เมื่ออากาศหนาวจัด

เนื่องจากเมื่อถูกคลื่นถูกพายุ เรือจะเอียงไปมา เขาจึงใช้วงแหวน R พยุงอาน้ำไว้ โดยใช้แกน B ในแนวระดับ เขาจะทะลุวงแหวนผ่านอาน้ำไปได้ถึงกลางของสเกล และไปถึงวงแหวน R ทางอีกด้านหนึ่ง วงแหวน R นี้ เขาใช้แกน A ซึ่งอยู่ในแนวระดับ และตั้งฉากกับแกน B คอยพยุงไว้ แกน A ติดอยู่กับท่อดึงเครื่องมือเรือเอียงในแนวตั้งฉากกับแกน A คือเรือเอียงข้าง อาน้ำของเหลวจะหมุนรอบแกน B และรักษาดัชนีเองให้อยู่ในแนวระดับ เมื่อเรือเอียงในแนวตั้งฉากกับแกน B หรือกระดกหัวกระดกท้าย วงแหวนและอาน้ำจะหมุนรอบแกน A ไปด้วยกัน ทำให้อาน้ำอยู่ในแนวระดับเช่นเดิม เมื่อสเกลอยู่ในแนวระดับ มันจะหมุนได้คล่อง ทำให้อ่านทิศทางของหัวเรือได้ไม่ผิดพลาด

ก. จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

เข้มนทศเมืออยู่ห่างจากแห่งแม่เหล็ก ปลาของมนจะเข้าไปทาง.....
 เสมอ แสดงว่าเข้มนทศอยู่ใน.....แนวที่เข้มนทศจะไม่ตรงกับ
 แนว.....ทางภูมิศาสตร์ด้นก การที่โลกมี.....เราจึง
 สมมุติว่ามี.....ใหญ่ ผังอยู่ภายในโลก.....
 ของมนจะอยู่ทางทิศเหนือ และ.....ของมนจะอยู่ทางทิศใต้
 มุมที่เข้มนทศทำกับแนวเหนือ-ใต้ทางภูมิศาสตร์ คือมุม.....เส้นที่
 ลากผ่านตำบลต่าง ๆ บนแผนที่ ซึ่งมีมุม.....เท่ากัน เรียกว่า เส้น.....
และเส้นที่ลากผ่านตำบลต่าง ๆ ที่มีมุม.....
 เท่ากับศูนย์ คือ เส้น.....
 เข้มนท ใช้สำหรับวัดมุม.....ซึ่งเป็นมุมที่เข้มนแม่เหล็กทำกับ
 แนว.....มุมที่ตำบลต่าง ๆ กันมีค่า.....กัน เส้นที่ลากผ่าน
 ตำบลต่าง ๆ บนแผนที่ซึ่งมีมุมเท่ากัน คือเส้น.....ที่ตรงหัว
 แม่เหล็กโลก มุมที่จะมีค่า.....และที่เส้นศูนย์สูตรแม่เหล็ก
 มุมที่จะมีค่า.....
 สารแม่เหล็กคือ สาร.....ส่วนสารที่ไม่ใช่
 สารแม่เหล็ก เอามาทำเป็น.....ไม่ได้ เขาใช้เหล็ก.....
 สำหรับทำแม่เหล็กถาวร และเหล็ก.....สำหรับทำแม่เหล็กชั่วคราว
 ทฤษฎีโมเลกุลแม่เหล็ก มีใจความว่า.....ของสารแม่เหล็ก
 เป็น.....หมด เมื่อยังไม่ทำให้เป็นแม่เหล็ก.....
 เรืองตัวกันอย่าง.....และจะ.....ภายใน ไม่มีอำนาจ
 แม่เหล็กส่งออกมาภายนอก เมื่อถูกทำให้เป็นแม่เหล็กแล้ว.....
 จะเรืองตัวอย่าง.....โดยหัน.....ไปทางเดียวกัน จึงมี
ที่ปลาย ทำให้มีอำนาจแม่เหล็กส่งออกมา

ข. จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายเรื่องต่อไปนี้
 แม่เหล็กโลก มุมบ่าเบน มุมท เส้นไอโซไกน์ล เส้นอะไกน์ล และเส้น
 ไอโซคลีนล
2. สารแม่เหล็กคืออะไร ? มีอะไรบ้างที่เป็นสารแม่เหล็ก ?
3. เพราะเหตุไร เขาจึงใช้เหล็กกล้าทำแม่เหล็กถาวร และเหล็กอ่อนทำแม่เหล็กชั่วคราว ?
4. จงอธิบายถึงการทำให้แม่เหล็กประดิษฐ์โดยวิธีต่าง ๆ
5. ทฤษฎีโมเลกุลแม่เหล็ก มีใจความว่าอย่างไร ? จงอธิบายให้ชัดเจน
6. จะทดลองแสดงให้เห็นว่า ทฤษฎีโมเลกุลแม่เหล็ก เป็นจริงได้อย่างไร ?
7. แม่เหล็กไฟฟ้าคืออะไร ? จงบอกชื่อเครื่องมือที่ใช้ แม่เหล็กไฟฟ้ามาสัก 3 อย่าง
8. จงบอกถึงประโยชน์ของแม่เหล็กมาสัก 3 อย่าง

ไฟฟ้าในบรรยากาศ

ประจุไฟฟ้า (Electric charges)

สารหลายชนิด เมื่อนำมาถูกันหรือเสียดสีกัน มันจะสามารถดูดของเบา ๆ ได้ เช่นเอาไม้บรรทัดพลาสติกกับผ้าขนสัตว์ถูกันสักครู่หนึ่ง แล้วเอาไม้บรรทัดไปแตะกับเศษกระดาษชิ้นเล็กๆ ไม้บรรทัดจะดูดเอาเศษกระดาษติดตัวมันขึ้นไปได้ เวลาอากาศแห้งๆ เช่นในหน้าหนาว เอาหัวผมขึงแห้ง เวลาขกหัวขึ้นจะสังเกตเห็นเส้นผมกระดกตามหัวไปด้วย แท่งอีโบไนต์ (ebonite) ถูกับผ้าขนสัตว์และแท่งแก้วถูกับแพรก็จะสามารถดูดกระดาษชิ้นเล็กๆ ได้ (การทดลองเหล่านี้ ไม่สู้จะได้ผลนักในเมืองเรา เพราะเมืองเราอากาศชื้น ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะหนีไปในอากาศหมด นอกจากจะทำในฤดูหนาวและฤดูแล้ง)

การที่สารเมื่อถูกันแล้วสามารถดูดวัตถุเบา ๆ ได้ แสดงว่ามันต้องมีแรงดึงดูด แรงดึงดูดนี้ต้องไม่ใช่แรงแม่เหล็กแน่ เพราะแรงแม่เหล็กมันจะดูดแต่เฉพาะสารแม่เหล็ก เช่นเหล็กและนิเกิลเท่านั้น แต่กระดาษพลาสติก อีโบไนต์ แก้ว ผ้าขนสัตว์ และแพรเหล่านี้ไม่ใช่สารแม่เหล็ก แรงดึงดูดที่เกิดขึ้นจากการเสียดสีของ

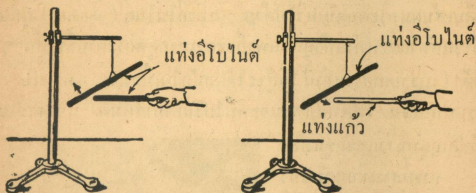


หัวดูดกระดาษชิ้นเล็กๆ ได้

สารสองชนิดใดๆ ที่กล่าวแล้ว จึงไม่ใช่แรงแม่เหล็ก เรากล่าวว่า วัตถุที่สามารถดูดของเบาๆ ได้ มีประจุไฟฟ้า อยู่ในตัวของมัน

ประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบ

เราสามารถทำให้แท่งอโบรินดัมมีประจุไฟฟ้าได้ โดยเอามัน มาถูกับผ้าขนสัตว์ แท่งแก้วเมื่อถูกับผ้าแพรก็จะมีประจุไฟฟ้าด้วย ถึงแม้ว่าทั้งแท่งอโบรินดัมและแท่งแก้ว จะมีประจุไฟฟ้าด้วยกัน กล่าวคือมันสามารถดูดเศษกระดาษหรือวัตถุเบาๆ ได้ แต่เราอาจทำการทดลองแสดงให้เห็นว่า ประจุไฟฟ้าบนแท่งอโบรินดัม และ



การผลักและดูดระหว่างประจุไฟฟ้า

บนแท่งแก้วเป็นประจุไฟฟ้าคนละชนิดกัน เบนจามิน แฟรงคลิน (Benjamin Franklin) นักวิทยาศาสตร์อเมริกันตกลงเรียกประจุบน อโบรินดัมที่ถูกถูด้วยผ้าขนสัตว์ว่า **ประจุไฟฟ้าลบ** (negative charge) และเรียกประจุบนแท่งแก้ว ที่ถูด้วยผ้าแพรว่า **ประจุไฟฟ้าบวก** (positive charge)

รูปข้างบน รูปแรก เอาแท่ง อโบรินดัม ที่ถูด้วยผ้าขน สัตว์ เหมือนๆ กันมาสองท่อน ท่อนหนึ่งเอาเชือกผูกแขวนไว้ อีกท่อน หนึ่งนำเอาเข้ามาใกล้ จะเห็นว่าท่อนที่แขวนอยู่ถูกผลักให้หันออกไป เนื่องจากแท่งอโบรินดัมทั้งสองถูกถูด้วยผ้าขนสัตว์เหมือนกัน

มันจึงมีประจุอย่างเดียวกันคือประจุไฟฟ้าลบ ดังนั้นประจุไฟฟ้าลบ
จะผลักรังกันและกัน

ในรูปหลัง เอาแท่งอ็อบไนต์ที่ถูกถูด้วยผ้าขนสัตว์ผูกเชือก
แขวนไว้ เอาแท่งแก้วที่ถูกถูด้วยแพรเข้ามาใกล้ จะพบว่าแท่งแก้ว
และแท่งอ็อบไนต์ดึงดูดกัน แต่ประจุบนแท่งอ็อบไนต์และบนแท่งแก้ว
เป็นประจุคนละชนิดกัน กล่าวคือประจุไฟฟ้าลบอยู่บนแท่งอ็อบไนต์
และประจุไฟฟ้าบวกอยู่บนแท่งแก้ว ดังนั้นประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน
จะดึงดูดกัน

ถ้าเราเอาแท่งแก้ว ซึ่งถูด้วยผ้าแพรด้วยกันสองแท่งมาใกล้
กัน ก็พบว่ามันผลักรังกัน ประจุไฟฟ้าบนแท่งแก้วทั้งสอง จะเป็น
ประจุชนิดเดียวกัน คือประจุบวก เพราะมันถูกถูด้วยผ้าแพร
เหมือนกัน จะเห็นว่าประจุบวกจะผลักรังกันและกัน

จากการทดลองข้างบน เราจึงสรุปเป็นกฎเกณฑ์ได้ว่า

ประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน จะผลักรังกัน คือ

ลบผลักรังลบ และบวกผลักรังบวก

ประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน จะดึงดูดกัน คือ

ลบและบวกดึงดูดกัน

การคำนวณแรงระหว่างประจุไฟฟ้าอย่างง่าย

เราทราบแล้วว่า ประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันจะดึงดูดซึ่งกันและกัน
และประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันจะผลักรังกัน การคำนวณแรงดึงดูดและ
แรงผลักรังระหว่างประจุไฟฟ้า ก็เหมือนกับการคำนวณแรงระหว่าง
ขั้วแม่เหล็ก หน่วยของประจุไฟฟ้าใน เข็มหน่วยเป็น หน่วย
ประจุไฟฟ้าสถิต (electrostatic unit of charge) แรงระหว่างประจุ
ไฟฟ้าหนึ่ง จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของประจุ ระยะห่าง
ระหว่างประจุ และตัวกลางที่ประจุไฟฟ้าวางอยู่ สำหรับใน
สุญญากาศหรือในอากาศ เราสามารถคำนวณแรง F (หน่วยเป็น

ไดน์) ระหว่างประจุ q_1 และ q_2 หน่วยประจุไฟฟ้าสถิต ซึ่งวางอยู่ห่างกัน r ซม. ในอากาศ ได้จากสูตรต่อไปนี้

$$F = \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

ตัวอย่างที่ 1 ประจุบวก 20 และ 10 หน่วยประจุไฟฟ้าสถิต วางห่างกันในอากาศ 10 เซนติเมตร จงหาแรงระหว่าง ประจุทั้งสอง บอกด้วยว่าเป็นแรงดูดหรือแรงผลัก

$$\begin{aligned} F &= \frac{q_1 \times q_2}{r^2} \\ &= \frac{10 \times 20}{10 \times 10} \quad \text{ไดน์} \\ &= 2 \quad \text{ไดน์} \end{aligned}$$

ประจุทั้งสองเป็นประจุชนิดเดียวกัน แรงจึงเป็นแรงผลัก

ตอบ เป็นแรงผลัก มีค่า 2 ไดน์

ตัวอย่างที่ 2 ประจุบวก 40 และประจุลบ 35 หน่วยประจุไฟฟ้าสถิต วางอยู่ห่างกันในอากาศ แรงระหว่างประจุทั้งสองมีค่า 56 ไดน์ จงหาระยะห่างระหว่างประจุทั้งสอง บอกด้วยว่าแรงระหว่างประจุทั้งสองเป็นแรงดูดหรือแรงผลัก

$$\begin{aligned} F &= \frac{q_1 \times q_2}{r^2} \\ 56 &= \frac{40 \times 35}{r^2} \\ r^2 &= \frac{40 \times 35}{56} \\ &= 25 \\ r &= \sqrt{25} \quad \text{เซนติเมตร} \\ &= 5 \quad \text{,,} \end{aligned}$$

ประจุทั้งสองเป็นประจุต่างชนิดกัน แรงระหว่างประจุจึงเป็นแรงดูด

ตอบ เป็นแรงดูด และประจุไฟฟ้าอยู่ห่างกัน 5 เซนติเมตร

(สนามไฟฟ้า (Electric field))

บริเวณรอบ ๆ ประจุไฟฟ้าจะมีแรงอยู่ บริเวณที่แรงเนื่องจากประจุไฟฟ้ามีค่าสูง เราเรียกว่าสนามไฟฟ้า ถ้าแรงเนื่องจากประจุไฟฟ้ามีค่าสูง สนามไฟฟ้าก็มีความเข้ม (intensity) สูง ถ้ามีแรงน้อย สนามไฟฟ้ามีความเข้มต่ำ ถ้ามีประจุไฟฟ้าอยู่ในสนามไฟฟ้า มันจะได้รับแรงจากสนามไฟฟ้า โดยเหตุนี้เราจึงให้คำจำกัดความของความเข้มของสนามไฟฟ้าที่จุด ๆ หนึ่ง คือแรงที่ประจุบวก 1 หน่วยประจุไฟฟ้าสถิตที่จุด ๆ นั้นได้รับ ดังนั้นในการคำนวณหาความเข้มของสนามไฟฟ้าที่จุด ๆ หนึ่ง เราได้สมมติว่ามีประจุบวก 1 หน่วย วางที่จุด ๆ นั้น แล้วหาแรงที่ประจุบวก 1 หน่วยได้รับ หน่วยของความเข้มของสนามไฟฟ้า เป็น หน่วยความเข้มของสนามไฟฟ้าสถิต

ตัวอย่างที่ 3 ประจุไฟฟ้าบวก 20 หน่วยประจุไฟฟ้าสถิต วางอยู่ในอากาศ จงหาความเข้มของสนามที่จุดซึ่งอยู่ห่างจากประจุ 2 เซนติเมตร

$$\text{ความเข้มของสนามไฟฟ้า} = \frac{20 \times 1}{2 \times 2} \text{ หน่วยความเข้มสนามไฟฟ้าสถิต}$$

$$= 5$$

ตอบ ความเข้มของสนามไฟฟ้าเป็น 5 หน่วยความเข้มสนามไฟฟ้าสถิต

ตัวอย่างที่ 4 ประจุบวก 5 หน่วยประจุไฟฟ้าสถิต วางอยู่ที่จุด ๆ หนึ่ง ในอากาศ สนามไฟฟ้าที่จุดนั้น มีค่า 7 หน่วยความเข้มสนามไฟฟ้าสถิต จงหาแรงที่ประจุบวกได้รับ

สนามไฟฟ้าที่จุด ๆ หนึ่ง มีความเข้ม 7 หน่วย หมายความว่า ถ้าเอาประจุบวก 1 หน่วยประจุไฟฟ้าสถิตวางที่ตรงจุดนั้น แรงที่ประจุบวก 1 หน่วยได้รับ จะมีค่า

$$\begin{aligned} \text{ถ้ามีประจุบวก 5 หน่วยอยู่ที่จุดนั้น แรงที่มันได้รับจะมีค่า} \\ &= 7 \times 5 \text{ ไดน์} \\ &= 35 \text{ ไดน์} \end{aligned}$$

ตอบ แรงที่ประจุบวกได้รับมีค่า 35 ไดน์

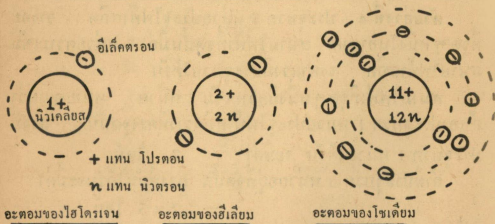
โครงสร้างของอะตอม

เพื่อจะเข้าใจว่า เมื่อเอาวัตถุสองชนิดมาถูกัน ไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร เราจำเป็นต้องทราบถึงลักษณะของอะตอมของธาตุต่างๆ ซึ่งรวมกันเป็นส่วนประกอบของวัตถุ นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการทดลองไว้มากมาย จนลงความเห็นว่าอะตอมมีรูปร่างลักษณะเป็นอย่างไร ซึ่งพอจะสรุปได้เป็นข้อ ๆ ดังต่อไปนี้

1. อะตอมมีอนุภาคอยู่ตรงกลาง ที่ตรงกลางนี้มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก เราเรียกส่วนตรงกลางของอะตอมว่า นิวเคลียส (nucleus) รอบ ๆ นิวเคลียสมีอนุภาคเล็ก ๆ อยู่ ซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ อนุภาคแต่ละอันที่อยู่รอบ ๆ นิวเคลียสนี้มีชื่อว่า อิเล็กตรอน (electron)

2. อิเล็กตรอนของอะตอมของธาตุทุกชนิด จะมีประจุไฟฟ้าลบเหมือนกันและเท่ากัน และจะมีมวลสารเท่ากัน

3. นิวเคลียสของอะตอมประกอบด้วยอนุภาคสองชนิด ชนิดหนึ่งเรียกว่า โปรตอน (proton) อีกชนิดหนึ่งเรียกว่า นิวตรอน (neutron) (นิวเคลียสของอะตอมของธาตุไฮโดรเจนมีแต่เพียงโปรตอนอย่างเดียวเท่านั้น) โปรตอนมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก และ



โครงสร้างของอะตอม

หนักประมาณ 1850 เท่าของอิเล็กตรอน ปริมาณประจุไฟฟ้าบวกที่โปรตอนแต่ละตัวมี จะเท่ากับ ปริมาณประจุไฟฟ้าลบที่อิเล็กตรอนแต่ละตัวมี นิวตรอนไม่มีประจุไฟฟ้าอย่างใดทั้งสิ้นและหนักพอ ๆ กับโปรตอน โดยเหตุที่อนุภาคที่หนัก คือโปรตอนและนิวตรอน อยู่ในนิวเคลียสของอะตอม นานหนักของอะตอมจึงถือได้ว่า รวมอยู่ที่นิวเคลียสเท่านั้น

4. อะตอมทั่ว ๆ ไป จะมีจำนวนอิเล็กตรอนรอบ ๆ นิวเคลียส และจำนวนโปรตอนภายในนิวเคลียสเท่ากันพอดี ดังนั้นอะตอมทั่ว ๆ ไปจึงมีปริมาณประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบเท่ากัน

5. อะตอมของธาตุต่างชนิดกัน จะมีจำนวนโปรตอนในนิวเคลียสไม่เท่ากัน อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันจะมีจำนวนโปรตอนเท่ากัน

อิเล็กตรอนที่อยู่รอบ ๆ นิวเคลียสนั้น เราสามารถทำให้มันหลุดออกไปจากอะตอมได้ อิเล็กตรอนที่หลุดออกไปนี้เรียกว่า **อิเล็กตรอนอิสระ** ซึ่งสามารถจะไปเกาะติดอยู่กับอะตอมอื่นได้ อะตอมที่ต้องเสียอิเล็กตรอนไป จะมีจำนวนอิเล็กตรอนน้อยกว่าจำนวนโปรตอน หรือมีปริมาณประจุไฟฟ้าบวกมากกว่าปริมาณประจุไฟฟ้าลบ ส่วนอะตอมที่ได้อิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นมาจะมีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่าโปรตอน หรือมีปริมาณประจุไฟฟ้าลบมากกว่าปริมาณประจุไฟฟ้าบวก การที่วัตถุอาจสูญเสียอิเล็กตรอน หรือได้อิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น จะช่วยให้เข้าใจว่าวัตถุมีประจุไฟฟ้าบวกหรือประจุไฟฟ้าลบได้อย่างไร

1. วัตถุที่เป็นกลาง จะมีจำนวนโปรตอนและจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากัน มันจึงไม่มีอำนาจไฟฟ้าแสดงออกมา

2. เมื่อวัตถุที่เป็นกลางได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น มันจะมีปริมาณประจุไฟฟ้าลบมากกว่าประจุไฟฟ้าบวก จึงสามารถมีอำนาจไฟฟ้าเป็นลบ วัตถุที่มีอำนาจไฟฟ้าลบจึงมีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่าจำนวนโปรตอน

3. เมื่อวัตถุเป็นกลางสูญเสียอิเล็กตรอนไป มันจะมีอำนาจไฟฟ้าเป็นบวก วัตถุที่มีอำนาจไฟฟ้าเป็นบวก จึงมีจำนวนอิเล็กตรอนน้อยกว่าจำนวนโปรตอน

การประจุโดยการเสียดสี (Charge by friction)

เวลาเอาแท่งอโบนินต์มาถูกับผ้าขนสัตว์ อิเล็กตรอนของผ้าขนสัตว์เกาะอยู่กับอะตอมไม้สนั่นนัก ดังนั้นอิเล็กตรอนจากผ้าขนสัตว์จะหลุดไปเกาะอยู่บนอโบนินต์ ทำให้อโบนินต์มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ และผ้าขนสัตว์มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก

เมื่อเอาแท่งแก้วถูกับผ้าแพร อิเล็กตรอนจะหลุดจากแท่งแก้วไปเกาะติดอยู่กับแพร แท่งแก้วสูญเสียอิเล็กตรอนไปจึงมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก ส่วนผ้าแพรได้อิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นมาจึงมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ

สื่อและฉนวนไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านไปตามสายไฟฟ้า ตามลั้หลอดไฟ ทังนี้ ก็คือ กระแส ของ อิเล็กตรอน ที่ไหลไปตามเส้น ลวดนั้นเอง เหมือนกับน้ำที่ไหลไปตามท่อน้ำประปา สารที่ยอมให้อิเล็กตรอนไหลผ่านตัวมันไปได้โดยสะดวก เราเรียกว่า เป็นสื่อไฟฟ้า (Conductor) โลหะทุกชนิดเป็นสื่อไฟฟ้าที่ดี ทองแดงเป็นสื่อไฟฟ้าที่ดี จึงนิยมใช้ทำเป็นสายไฟฟ้า สารที่ไม่ยอมให้อิเล็กตรอนผ่านตัวมันได้โดยสะดวก เรียกว่า ฉนวนไฟฟ้า (Insulator) อากาศ แก้ว สาลี อำพัน ยาง ไม้คา อโบนินต์ และแพร เป็นตัวอย่างของฉนวนไฟฟ้า

การทำให้เกิดประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีนั้น เราจะใช้สารอะไรก็ได้ แต่วัตถุที่เป็นฉนวนไฟฟ้าเท่านั้นยังคงรักษาประจุไฟฟ้าไว้ได้ เพราะมันไม่ยอมให้ประจุไฟฟ้าไหลไปท่อน ส่วนประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่สื่อไฟฟ้า นั้น จะไหลไปตามมือที่จับอยู่หมด จึงไม่มี

ประจุไฟฟ้าเหลืออยู่ เราอาจทำให้ประจุไฟฟ้าค้างอยู่บนสื่อไฟฟ้าได้ โดยทำตามที่จับให้เป็นฉนวนไฟฟ้าเสีย

ไฟฟ้าที่อยู่บนฉนวนไฟฟ้า จะอยู่กับที่ไหลไปไหนไม่ได้ เราจึงเรียกมันว่า เป็นไฟฟ้าสถิตย์ (static electricity) ส่วนไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ได้ตามสื่อไฟฟ้านั้น เรียกว่า ไฟฟ้ากระแส (current electricity)

ไฟฟ้าในบรรยากาศ

ในบรรยากาศก็มีไฟฟ้า ขณะที่เกิดฟ้าแลบ จะมีแสงสว่างซึ่งที่จริงก็คือ “ประกาย” (spark) ไฟฟ้านั่นเอง ในปี พ.ศ. 2295 เบนจามิน แฟรงคลิน ได้ทำการทดลองโดยชักวาวขึ้นไปในอากาศ ขณะที่เกิดพายุฟ้าคะนอง ที่หัววาวมีเหล็กแหลมติดอยู่ ส่วนสายวาวนั้นเขาทำด้วยไหม ปลายล่างของสายวาวเขาเอาลูกกุญแจที่ทำด้วยโลหะติดไว้ แฟรงคลินค้นพบว่า เมื่อเขาเอามือไปแตะลูกกุญแจ จะเกิดประกายหรือสปาร์กขึ้น เขาจึงลงความเห็นว่า ที่ก้อนเมฆมีไฟฟ้าอยู่



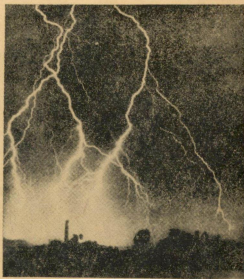
เบนจามิน แฟรงคลิน พบไฟฟ้าบนก้อนเมฆ

ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และฟ้าผ่า

ขณะที่เกิดพายุ ก่อนเมฆในท้องฟ้าจะถูกลมเสียดสี โดย
ปรกติแล้ว เมฆก่อนบนจะมประจุไฟฟ้าบวก และเมฆก่อนล่าง
จะมประจุไฟฟ้าลบ เมื่อก่อนเมฆมประจุไฟฟ้าบวกและก่อนเมฆ-
มประจุไฟฟ้าลบ เคลื่อนที่เข้าใกล้กัน อีเล็กตรอนจะวิ่งจาก-
เมฆก่อนมประจุไฟฟ้าลบไปยังก่อนมประจุไฟฟ้าบวก อีเลค-
ตรอนวิ่งได้เร็ว จะเสียดสีกับอากาศระหว่างก่อนเมฆ ทำให้อากาศ
ร้อนจัดและเกิดการลุกไหม้ขึ้น จึงเห็นเป็นประกายสว่างเรียกว่า

ฟ้าแลบ ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเสียดสี จะทำให้อากาศ
ขยายตัวอย่างรวดเร็ว การขยายตัวอย่างรวดเร็วของอากาศทำให้
เกิดคลื่นเสียงมาถึงหูเรา เราจึงได้ยินเสียงฟ้าร้อง

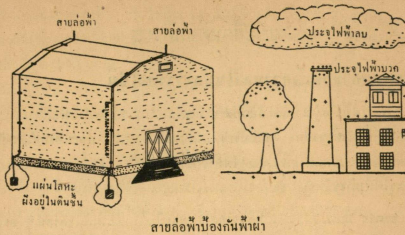
บางครั้ง ก่อนเมฆม
ประจุไฟฟ้าลบ ลอยต่ำลงมา
ใกล้พื้นดิน จึงเกิดฟ้าแลบ
ระหว่าง ก่อนเมฆ และ พื้นดิน
โดย อีเล็กตรอน วิ่ง จาก ก่อน
เมฆ ลงสู่พื้นดิน เมื่อมันวิ่ง
ลงสู่พื้นดิน ผ่าน อาคาร บ้าน
เรือน หรือต้นไม้ จะทำให้
ต้นไม้ บ้านเรือนพังและไหม้
ถ้าเป็นเช่นนั้น เราก็ก้าวว่า
เกิดเป็นฟ้าผ่าขึ้น



ฟ้าผ่าเกิดจากอีเล็กตรอนจากก่อนเมฆ
วิ่งลงสู่พื้นดิน

สายล่อฟ้า

เพื่อบอกกันไม่ให้ ฟ้าผ่า ตกรามบ้านช่อง เป็นอันตรายเสียหาย
เขาจึงคิดสายล่อฟ้าไว้บนหลังคาบ้าน สายล่อฟ้าประกอบด้วยโลหะ



ทองแดงปลายแหลมติดอยู่บนหลังคาบ้าน มีสายทองแดงโยงลงไปยังพื้นดิน และเชื่อมหรือบัดกรีติดกับแผ่นโลหะที่ฝังไว้ในดิน เมื่อก่อนเมฆที่มีประจุลบผ่านเข้ามาใกล้สายล่อฟ้า มันจะเห็นขบวนการเกิดประจวบกับปลายแหลมของโลหะของสายล่อฟ้า อิเล็กตรอนบนก้อนเมฆจะค่อยๆ ไหลลงสู่ปลายแหลม และลงสู่พื้นดินทีละน้อย จึงไม่เกิดฟ้าผ่า

เวลาเกิดพายุฟ้าคะนอง ไม่ควรอยู่ใต้ต้นไม้โดดๆ เพราะพายุมักจะผ่าต้นไม้ ไฟฟ้าทงลงสู่ต้นไม้จะวิ่งมายังตัวคนที่อยู่ใกล้ และทำให้เกิดอันตรายถึงตาย

รถบรรทุกน้ำมัน เขาก็จะมีโซ่ต่อจากถังน้ำมันลงไปยังถนน เพื่อกันไม่ให้้ำมันระเบิดลุกเป็นไฟติดขึ้นมาได้ ขณะที่รถบรรทุกน้ำมันวิ่งไป น้ำมันภายในถังกระดกเสียดสีกันถึง และลมพัดเสียดสีกับรถ อาจเกิดประจุไฟฟ้าสะสมอยู่บนรถมาก ประจุเหล่านี้ไม่มีทางระบายลงสู่พื้นดิน เพราะล้อรถซึ่งเป็นยางจะไม่ยอมให้ไฟฟ้าผ่านลงไปได้ ถ้าประจุไฟฟ้าสะสมอยู่มากก็อาจจะเกิดสปาร์ก น้ำมันซึ่งไวไฟก็จะระเบิดได้ง่าย สายโซ่จะค่อยๆ ระบายประจุไฟฟ้าลงดิน ไม่ให้สะสมกันอยู่มาก จึงไม่เกิดการระเบิดขึ้น

แบบฝึกหัดบทที่ 15

ก. จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างต่อไปนี้

ประจุไฟฟ้ามีอยู่ 2 ชนิด คือ ประจุ.....และประจุ.....
 แท่งอโบริไนต์ที่ถูกับผ้าขนสัตว์ จะมีประจุ.....และแท่งแก้วที่ถูกับแพร
 จะมีประจุ.....ประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน จะ.....
 และประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน จะ.....

อะตอม มี.....อยู่ตรงกลาง และมี.....อยู่รอบ ๆ ตรงกลาง
 ของอะตอมมีอนุภาคอยู่.....ชนิด คือ.....ซึ่งมีประจุ
 ไฟฟ้า.....และ.....ซึ่งไม่มีประจุไฟฟ้า และ.....
 ซึ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสมีประจุไฟฟ้าเป็น.....อะตอมที่เป็นกลาง จะมี
 จำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอน.....เวลาทำประจุโดยการเสียดสี
จะถูกถ่ายเทจากผ้าขนสัตว์ไปให้แท่งอโบริไนต์ และ.....
 จะถูกถ่ายเทจากแท่งแก้วไปให้แพร สื่อไฟฟ้ายอมให้อิเล็กตรอน.....
 แต่ฉนวนไฟฟ้าไม่ยอมให้อิเล็กตรอน.....

ข. จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. เพราะเหตุใด แรงดึงดูดที่เกิดขึ้น เมื่อเอาแท่งแก้วถูกับแพร จึงไม่ใช่แรงแม่เหล็ก ?
2. เมื่อเอาแท่งแก้วถูกับแพร แท่งอโบริไนต์ถูกับผ้าขนสัตว์ ทำอย่างไรจึงจะเห็นว่าประจุไฟฟ้าบนแท่งแก้วกับบนแท่งอโบริไนต์เป็นคนละชนิดกัน ? อย่างไหนเป็นบวกอย่างไหนเป็นลบ ?
3. จงกล่าวถึงลักษณะและส่วนประกอบของอะตอมมาพอเข้าใจ
4. การเสียดสีทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก และลบ ได้อย่างไร ? จงยกตัวอย่าง
5. สื่อ และฉนวนไฟฟ้าต่างกันอย่างไร ?
6. ไฟฟ้าสถิตกับไฟฟ้ากระแส ต่างกันอย่างไร ?
7. จงเล่าถึงการทำงานของเบนจามิน แฟรงคลิน ที่แสดงว่าบนก้อนเมฆมีประจุไฟฟ้า
8. ผ้าแลบ ฟาร้อง และฟ้าผ่า เกิดขึ้นได้อย่างไร ?
9. สายล่อฟ้า กันไม่ให้ฟ้าผ่าได้อย่างไร ?

10. ทำไมรอบบรรทุกน้ำมัน จึงมีโซ่ต่อจากถังน้ำมันลากไปตามถนน ?
11. จงหาแรงระหว่างประจุบวก 10 และ 8 หน่วยประจุไฟฟ้าสถิต ซึ่งวางอยู่ในอากาศ ห่างกัน 4 เซนติเมตร
12. ประจุบวก 9 หน่วย และประจุลบ 8 หน่วย วางอยู่ในอากาศถ้าแรงระหว่างประจุทั้งสองมีค่า 2 โคน์ประจุระหว่างจะอยู่ห่างกันเท่าไร ?
13. แรงดึงดูดระหว่างประจุไฟฟ้าสองประจุมีค่า 128 โคน์ ประจุทั้งสองนี้วางห่างกันในอากาศ 4 เซนติเมตร ถ้าประจุอันหนึ่งเป็นประจุบวก มีค่า 64 หน่วยประจุไฟฟ้าสถิต อีกประจุหนึ่งจะเป็นประจุชนิดไหน ? และมีค่าเท่าไร ?
14. จงหาความเข้มของสนามไฟฟ้าที่จุด ซึ่งอยู่ห่างจากประจุบวก 12 หน่วย เป็นระยะทาง 4 เซนติเมตร
15. ประจุบวก 30 หน่วย วางอยู่ในสนามไฟฟ้าซึ่งมีความเข้ม 0.75 หน่วย จะได้รับแรงเท่าไร ?

๘ บทที่ 16

ความหนาแน่น (Density)

สมบัติของสสาร

เราได้เคยกล่าวไว้ในบทที่ 3 แล้วว่า สสาร มีสมบัติที่สำคัญสองอย่าง คือ กินที่อยู่ และมีน้ำหนัก ต่อไปในเราจะได้ทราบถึงสมบัติของสสารให้กว้างขวางยิ่งขึ้นต่อไป

สสารมีสมบัติดังต่อไปนี้

1. สสารมีปริมาตร (volume)

ขนาดของสสารคือปริมาตรของมัน ถ้าสสารมีสถานะเป็นของเหลวหรือก๊าซ มันจะมีขนาดหรือปริมาตรเท่ากับควมจุหรือปริมาตรภายในของภาชนะที่บรรจุมันอยู่ เช่นน้ำในถ้วยแก้วจะมีปริมาตรเท่ากับปริมาตรภายในของถ้วยแก้ว กัดตงแต่กันถ้วยแก้ว จนถึงระดับบนของน้ำ อากาศในบับ จะมีปริมาตรเท่ากับควมจุหรือปริมาตรภายในทั้งหมดของบับ ถ้าสสารมีสถานะเป็นของแข็งมันจะกินที่เท่ากับปริมาตรของมันเอง

2. สสารมีมวลสาร (mass)

มวลสารของวัตถุหมายถึง ปริมาณเนื้อสสารของวัตถุ นั้น กล่าวคือ เราหมายถึงจำนวนและชนิดของโมเลกุลที่รวมกันเป็นวัตถุนั้นนั้น วัตถุที่มีมวลสารมากก็จะมีจำนวนโมเลกุลมากหรือมีโมเลกุลใหญ่กว่าวัตถุที่มีมวลสารน้อย

3. สสารมีน้ำหนัก (weight)

วัตถุทุกชนิด ถ้าปล่อยจากที่สูงมันจะตกลงสู่พื้นโลก แสดงว่าโลกส่งแรงไปดึงดูดกับวัตถุ หรือดึงดูดมวลสารของมัน แรงดึงดูดของโลกทั้งหมดมวลสารของสสารนั้น คือน้ำหนักของสสาร น้ำหนักของวัตถุจะขึ้นอยู่กับมวลสารของมัน และจะขึ้นอยู่กับระยะ

จากศูนย์กลางของโลกไปยังวัตถุนั้น ถ้าวัตถุมวลมาก น้ำหนักของมันก็จะมากด้วย และถ้าวัตถุนั้นอยู่ห่างจากศูนย์กลางของโลกมาก น้ำหนักของมันก็จะขยายน้อยลง โดยเหตุนี้วัตถุก่อนเดียวกันเมื่ออยู่บนยอดภูเขาสูง จะเบากว่าเมื่อลงที่ระดับน้ำทะเล นอกจากนั้นวัตถุก่อนเดียวกันเมื่อลง ณ ตำบลต่าง ๆ กันบนผิวโลก จะหนักไม่เท่ากัน เป็นเพราะว่าโลกไม่กลมทีเดียวนัก

มวลสารกับน้ำหนักของสารไม่เหมือนกัน เราเห็นแล้วว่ามวลสารคือปริมาณเนื้อสารในก้อนวัตถุ ไม่ว่าวัตถุจะอยู่ที่ใดก็ตาม ปริมาณเนื้อสารของมันก็ยังคงเดิม ดังนั้นมวลสารของวัตถุก่อนหนึ่งจะมีค่าคงที่เสมอ แต่น้ำหนักของก้อนวัตถุซึ่งหมายถึงแรงดึงดูดของโลก ที่ต่อมวลสารของก้อนวัตถุจะแตกต่างกันไปตามสถานที่ เพราะโลกส่งแรงมาดึงดูดวัตถุก่อนเดียวกัน ณ ที่ตำบลต่าง ๆ กันไม่เท่ากัน เวลาที่เราพูดถึงน้ำหนักของวัตถุก่อนหนึ่งบนดาวพระพลหีบดี เราก็คงหมายถึงแรงดึงดูดของดาวพระพลหีบดีส่งมาดึงดูดกับมวลสารของวัตถุก่อนนั้น น้ำหนักของวัตถุก่อนหนึ่งบนดาวพระพลหีบดีจะมากกว่าน้ำหนักของวัตถุก่อนเดียวกัน เมื่ออยู่บนโลกถึง 2.5 เท่า แต่มวลสารของวัตถุก่อนนี้จะคงเดิม ถึงแม้ว่ามวลสารและน้ำหนักของวัตถุจะมีหน่วยเหมือนกัน กล่าวคือเป็นกรัม หรือเป็นปอนด์ จะต้องระลึกไว้เสมอว่า มันแตกต่างกัน เป็นคนละอย่างกัน

4. สสารกินที่อยู่ (space)*

วัตถุสองก้อนจะอยู่ในที่เดียวกันไม่ได้ โดยเหตุนี้เมื่อเราเอาก้อนเหล็กหย่อนลงไปในตัวถังแก้วซึ่งมีน้ำเต็ม น้ำจะล้นออกมาจากตัวถังแก้ว เพื่อปล่อยให้ก้อนเหล็กแทนที่มัน จึงเห็นได้ว่าสสารกินที่อยู่

* "space" ในที่นี้หมายความว่าที่อยู่ ไม่ใช่ข้อความนอกโลก ซึ่งตรงกับคำว่า "space" เหมือนกัน

5. สสารมีความเฉื่อย (inertia)

วัตถุที่อยู่นิ่งหรืออยู่กับที่ มันก็จะอยู่กับที่เรื่อย ๆ ไป จนกว่าจะมีแรงมากระทำให้มันเคลื่อนที่ และถ้าวัตถุเคลื่อนที่ไปแล้ว มันก็เคลื่อนที่ต่อไปเรื่อย ๆ ตามทิศทางเดิม และด้วยความเร็วอย่างเดิม จนกว่าจะมีแรงมากระทำให้มันหยุด แล่นเร็วขึ้น แล่นช้าลง หรือเปลี่ยนทิศทาง รถยนต์ที่กำลังแล่นอยู่เมื่อดับเครื่องเสีย มันจะแล่นต่อไปได้อีกเป็นระยะทางไกลพอควร แล้วจึงหยุดนิ่ง แรงที่มาทำให้รถหยุดได้ ก็คือ แรงเสียดทานระหว่างล้อรถกับถนน การที่วัตถุทั้งหลายซึ่งอยู่กับที่ พยายามที่จะอยู่กับที่เรื่อย ๆ ไป และวัตถุที่เคลื่อนที่ พยายามที่จะเคลื่อนที่เรื่อยไปเช่นว่านี้ เราพูดว่ามันมีความเฉื่อย

ความหนาแน่น (Density)

ทุกคนคงทราบดีว่าเหล็กและไม้ท่อนเท่ากัน เหล็กจะหนักกว่าไม้ หรือกล่าวได้ว่าเป็นสิ่งช่วยบอกให้ทราบ ถึงมวลสาร ของวัตถุว่า มีมากหรือน้อย จึงเห็นได้ว่า เหล็กและไม้ซึ่งมีปริมาตรเท่ากัน มวลสารของเหล็กจะมากกว่ามวลสารของไม้ เราเรียก มวลสารต่อหนึ่งหน่วยของปริมาตรของสารว่า ความหนาแน่นของสาร เหล็กมีความหนาแน่นมากกว่าไม้ ความหนาแน่นของน้ำเป็น 62.5 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต หมายความว่าน้ำซึ่งมีปริมาตร 1 ลูกบาศก์ฟุต มีมวล 62.5 ปอนด์ ในระบบเมตริก ความหนาแน่นของน้ำมีค่า 1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และความหนาแน่นของเหล็กเท่ากับ 7 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

เราทราบแล้วว่า ความหนาแน่นของสารใด คือมวลสารของสารนั้นต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เราอาจเขียนเป็นสูตรได้ว่า

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{มวลสาร}}{\text{ปริมาตร}}$$

ให้สังเกตด้วยว่า ความหนาแน่นของสาร คืออัตราส่วนระหว่างมวลของสารกับปริมาตรของสาร ดังนั้นความหนาแน่นของสารจึงมีหน่วยเป็นหน่วยของมวล ÷ หน่วยของปริมาตร เช่นเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร หรือปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต จะพูดถึงความหนาแน่นของสารขึ้นมาเป็นตัวเลखล่อย ๆ ไม่ได้ เช่นจะบอกว่าปรอทมีความหนาแน่น 13.6 ไม่ได้ จะต้องบอกว่า ปรอทมีความหนาแน่น 13.6 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จึงจะถูก ดังนั้น เบื้องต้น

ตัวอย่างที่ 1 จงหาความหนาแน่นของเหล็ก ซึ่งทำเป็นแท่งยาว 10 ซม. กว้าง 5 ซม. และสูง 2 ซม. ถ้าเหล็กแท่งนี้มีมวลสาร 700 กรัม

$$\begin{aligned}\text{วิธีทำ} \quad \text{ปริมาตรของแท่งเหล็ก} &= \text{กว้าง} \times \text{ยาว} \times \text{สูง} \\ &= 5 \times 10 \times 2 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร} \\ \text{ความหนาแน่นของเหล็ก} &= \frac{\text{มวลสาร}}{\text{ปริมาตร}} \\ &= \frac{700}{100} \text{ กรัม ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร} \\ &= 7 \text{ กรัม ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร}\end{aligned}$$

ตอบ ความหนาแน่นของเหล็ก = 7 กรัม ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ตัวอย่างที่ 2 ความหนาแน่นของกำมะถันเป็น 125 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต จงหาปริมาตรของก้อนกำมะถัน ซึ่งมีมวลสาร 750 ปอนด์

$$\begin{aligned}\text{วิธีทำ} \quad \text{ความหนาแน่น} &= \frac{\text{มวลสาร}}{\text{ปริมาตร}} \\ 125 \text{ ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต} &= \frac{750 \text{ ปอนด์}}{\text{ปริมาตร}} \\ \therefore \text{ปริมาตร} &= \frac{750}{125} \text{ ลูกบาศก์ฟุต} \\ &= 6 \text{ ลูกบาศก์ฟุต}\end{aligned}$$

ตอบ ปริมาตรของกำมะถัน = 6 ลูกบาศก์ฟุต

แบบฝึกหัดบทที่ 16

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. สสารมีสมบัติอย่างไรบ้าง ?
2. มวลสาร กับน้ำหนักของสสาร ต่างกันอย่างไร ?
3. ความเฉื่อยของสสารหมายความว่าอย่างไร ?
4. จงให้คำจำกัดความของความหนาแน่น เหล็กมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ หมายความว่าอย่างไร ?
5. น้ำมีความหนาแน่นเท่าไร ในระบบอังกฤษ และในระบบเมตริก ?
6. จงหาความหนาแน่นของเงิน ซึ่งเป็นแท่งยาว 2 ซม. กว้าง 1 ซม. และสูง 2 ซม. ถ้าเงินแท่งนี้มีมวลสาร 41.2 กรัม
7. จงหามวลสารของแท่งอะลูมิเนียม ซึ่งมีปริมาตร 0.5 ลูกบาศก์ฟุต อะลูมิเนียมมีความหนาแน่น 168 ปอนด์ ต่อลูกบาศก์ฟุต
8. น้ำมีความหนาแน่น 62.5 ปอนด์ ต่อลูกบาศก์ฟุต
 - (ก) น้ำ 10 ลูกบาศก์ฟุต จะมีมวลสารเท่าไร ?
 - (ข) น้ำมีมวลสาร 400 ปอนด์ จะมีปริมาตรเท่าไร ?

บทที่ 17

กฎของอาร์คิมิดีส

ลองยกก้อนหินหนักๆ ในน้ำ จะรู้สึกที่เราสามารถยกก้อนหินได้ง่ายกว่าเมื่อยกก้อนหินก้อนนั้นในอากาศ ออกแรงไม่ต้องมากเท่ากับเมื่อยกในอากาศ ก็สามารถยกขึ้นได้ การที่เป็นเช่นนั้นก็เป็นเพราะว่าน้ำมีแรงพยุงก้อนหินเอาไว้ แรงพยุงของน้ำจะช่วยให้น้ำหนักของก้อนหินในน้ำน้อยกว่าน้ำหนักของก้อนหินในอากาศ ดังนั้นก้อนหินที่ชั่งน้ำหนักในน้ำ จะเบากว่าเมื่อชั่งในอากาศ ของเหลวอื่นๆ และก๊าซซึ่งเรียกรวมๆ ว่าของไหล ก็มีแรงพยุงเหมือนกับน้ำเหมือนกัน โดยเหตุนี้เรือจึงสามารถลอยในน้ำได้ คนว่ายน้ำจะรู้สึกตัวเบา และลูกบอลูนสามารถลอยอยู่ได้ในอากาศ

กฎของอาร์คิมิดีส

เมื่อวัตถุจมอยู่ในของเหลว

(1) มันจะแทนที่ของเหลว

(2) ของเหลวจะมีแรงดันวัตถุขึ้น ทำให้น้ำหนักของวัตถุในของเหลว เบากว่าน้ำหนักของวัตถุในอากาศ

จำนวนของเหลวที่ถูกแทนที่ และน้ำหนักที่ลดลงเมื่อชั่งในของเหลว มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด นักปราชญ์ชาวกรีกชื่อ อาร์คิมิดีส ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างเรื่องทั้งสองนี้ไว้ เพื่อเป็นเกียรติแก่อาร์คิมิดีส เขาจึงเรียกกันว่า กฎหรือหลักของอาร์คิมิดีส ซึ่งมีใจความดังต่อไปนี้

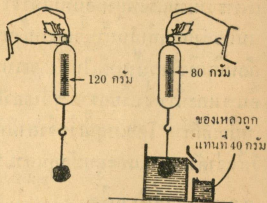
เมื่อวัตถุจมอยู่ในของเหลว น้ำหนักของมันซึ่งในของเหลวจะน้อยกว่าน้ำหนักซึ่งในอากาศ จำนวนน้ำหนักที่หายไปหรือน้อยลงไปใน จะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่พอดี

ตัวอย่างเช่น ก่อนห็นก่อนหน่งหนัก 10 ปอนด์ในอากาศ และ
หนักเพียง 8 ปอนด์ เมื่อชงขณะทมนจมอยู่ในน้ำ น้ำหนักของ
ก่อนหน่งหายไปในน้ำเท่ากับ 2 ปอนด์ ถ้าเอาวัตถุก่อนหน่ง
แทนทมาชงดู จะปรากฏว่าน้ำหนักจะหนัก 2 ปอนด์ด้วย

การทดลองเพื่อพิสูจน์กฎของอาร์คิมิดีส

เราอาจะทำการทดลอง
เพื่อตรวจดูกฎของอาร์คิมิดีส
ว่าเป็นจริงหรือไม่ ได้เป็น
ชน ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 หาก่อนหน่งมา ก่อน
หน่ง ชงก่อนหน่งใน
อากาศ สมมุติว่าน้ำ
หนักของก่อนหน่งใน
อากาศ = 120 กรัม



การทดลองพิสูจน์กฎของอาร์คิมิดีส

ขั้นที่ 2 เอาน้ำใส่ในกระป๋องที่พวย ดังรูปข้างบน จนกระทั่ง
ระดับของน้ำในกระป๋องขึ้นมาถึงพวยพอดี เอาถ้วยหลอด
ดูดก่อนหน่ง และปลายถ้วยหลอดอีกข้างหนึ่งผูกติดกับขอ
ของตาชั่งสปริง แล้วค่อย ๆ หย่อนก่อนหน่งลงไป
ในกระป๋อง จนกระทั่งจมมิดทั้งก่อนหน่ง น้ำหนักของก่อน
หน่งในน้ำจากตาชั่งสปริง ตอนนั้นต้องเอาถ้วยแก้วรองรับน้ำ
ที่ไหลออกมาจากกระป๋องไว้
น้ำหนักของก่อนหน่งในน้ำ = 80 กรัม
∴ น้ำหนักของก่อนหน่งหายไป = 120 - 80 กรัม
= 40 กรัม

ขั้นที่ 3 ชั่งน้ำหนักของน้ำและถ้วยแก้ว ซึ่งเราใช้รองรับน้ำที่ถูก
ก่อนหน่งแทนท ต่อมาเทน้ำออกจากถ้วยแก้ว และเช็ด

ถ่วงแก้วให้แห้ง นำถ่วงแก้วเปล่าไปชั่ง จดน้ำหนักทั้ง

สองครั้งไว้

น้ำหนักของถ่วงแก้ว และน้ำหนัก—

ก่อนหั่นแทนที่ = 70 กรัม

น้ำหนักของถ่วงแก้วเปล่า = 30 กรัม

• • • น้ำหนักของน้ำหนักก่อนหั่น—

แทนที่ = 70—30 กรัม

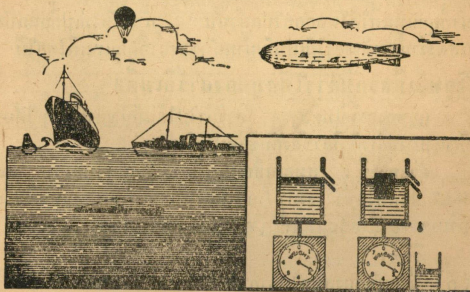
= 40 กรัม

จะเห็นได้ว่า น้ำหนักของ—

ก่อนหั่นที่หายไป = น้ำหนักของน้ำหนักแทนที่

วัตถุที่ลอยในของเหลว

ในตอนที่แล้ว เราได้พูดถึงวัตถุที่จมในของเหลว กฎของอาร์คิมิดีส นอกจากจะใช้กับวัตถุที่จมอยู่ในของเหลวแล้ว ยังใช้กับวัตถุที่ลอยในของเหลวได้อีกด้วย เมื่อวัตถุลอยในของเหลว แสดงว่า ของเหลว จะ ออกแรง ดัน รับวัตถุ เท่ากับ น้ำหนัก ของ วัตถุ



การลอยในน้ำหรือในอากาศ อาศัยกฎของอาร์คิมิดีส

ทั้งหมด หรือนาฬิกาของวัตถุที่ลอยในของเหลว (เมื่อขังในของเหลว) จะเท่ากับศูนย์ นาฬิกาของวัตถุที่หายไปในของเหลว จึงเท่ากับนาฬิกาของวัตถุเมื่อขังในอากาศพอดี และนาฬิกาของวัตถุที่หายไปในของเหลว หรือนาฬิกาของวัตถุในอากาศนั้น จะเท่ากับนาฬิกาของเหลวที่ถูกวัดแทนที่ ดังนั้น วัตถุที่ลอยในของเหลว จะแทนที่ของเหลวได้หนักเท่ากับน้ำหนักของตัวเอง

การทดลองแสดงกฎของอาร์คิมิดีส เกี่ยวกับวัตถุที่ลอยในของเหลว
เราอาจทำการทดลอง เพื่อดูว่ากฎของอาร์คิมิดีส สำหรับวัตถุที่ลอยในของเหลว ได้ดังต่อไปนี้

เอาไม้ชนิดที่ลอยน้ำมาท่อนหนึ่ง ชั่งหาน้ำหนักของมันในอากาศ เอนาใส่ในกระป๋องซึ่งมีพวยจนถึงระดับของพวย เอาแก้วเปล่าคอยรองรับน้ำอยู่ที่ปากพวย เอาท่อนไม้ไปลอยในน้ำ น้ำที่ถูกแทนที่จะไหลส่วด้วยแก้ว ชั่งหาน้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่ เหมือนกับการทดลองก่อน จะพบว่าน้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่ จะเท่ากับน้ำหนักของท่อนไม้ในอากาศพอดี ถ้าตวัดน้ำ 157 คอนมม ขวาล่าง จะเห็นว่ากระป๋องซึ่งมีน้ำ และกระป๋องซึ่งมีน้ำลอยอยู่ด้วย โดยที่น้ำที่ถูกแทนที่ได้ไหลออกไปแล้วนั้น น้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลง แสดงว่าน้ำหนักของไม้เท่ากับน้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่โดยไม้

โจทย์เกี่ยวกับการใช้กฎของอาร์คิมิดีส

กฎของอาร์คิมิดีส อาจนำไปใช้แก้ปัญหาดังต่อไปนี้ได้มาก ปัญหาบางอย่างก็เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

ตัวอย่างที่ 1 สมอเหล็กหนัก 1875 ปอนด์ในอากาศ และ 1625 ปอนด์ในน้ำ จงหา (ก) น้ำหนักของน้ำที่สมอแทนที่ (ข) ปริมาตรของน้ำที่ถูกแทนที่ (ค) ปริมาตรของสมอ

วิธีทำ

(ก) น้ำหนักของสมอในอากาศ	=	1875	ปอนด์
น้ำหนักของสมอในน้ำ	=	1625	ปอนด์

$$\begin{aligned}
 \therefore \text{น้ำหนักของสมอที่หายไปในน้ำ} &= 1875 - 1625 \text{ ปอนด์} \\
 &= 250 \text{ ปอนด์} \\
 \therefore \text{น้ำหนักของน้ำหนักถูกแทนที่} &= 250 \text{ ปอนด์} \\
 \text{ตอบ} \text{ น้ำหนักของน้ำหนักสมอแทนที่} &= 250 \text{ ปอนด์}
 \end{aligned}$$

(ข) จากบทก่อน เราทราบว่า

$$\text{ความหนาแน่นของน้ำ} = 62.5 \text{ ปอนด์ ต่อลูกบาศก์ฟุต}$$

$$\text{และ ความหนาแน่น} = \frac{\text{มวล}}{\text{ปริมาตร}}$$

$$\text{หรือ ปริมาตร} = \frac{\text{มวล}}{\text{ความหนาแน่น}}$$

$$\therefore \text{ปริมาตรของน้ำหนักถูกแทนที่} = \frac{250}{62.5} \text{ ลูกบาศก์ฟุต}$$

$$= 4 \text{ ลูกบาศก์ฟุต}$$

$$\text{ตอบ} \text{ ปริมาตรของน้ำหนักถูกแทนที่} = 4 \text{ ลูกบาศก์ฟุต}$$

(ค) เนื่องจากสมอเหล็กจมน้ำ ปริมาตรของน้ำหนักถูกแทนที่จะเท่ากับปริมาตรของสมอพอดี ดังนั้นสมอเหล็กก่อนนั้นจะมีปริมาตร 4 ลูกบาศก์ฟุตด้วย

ตอบ สมอเหล็กมีปริมาตร 4 ลูกบาศก์ฟุต

ตัวอย่างที่ 2 เรือบรรทุกถล่มลึกลงและเป็นทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 10 ฟุต และ ยาว 40 ฟุต เมื่อไม่ได้บรรทุกอะไร มันจะลอยอยู่ในน้ำ ท่อเรือจมลงไปถึงระดับหนึ่ง เมื่อมันบรรทุกถยนต์คันหนึ่งปรากฏว่าท่อเรือจมลึกลงไปอีก 6 นิ้ว จงหาน้ำหนักของรถยนต์

วิธีทำ

เมื่อบรรทุกถยนต์ ปริมาตรของน้ำหนักถูกแทนที่เพิ่มขึ้น

$$= 10 \times 40 \times \frac{6}{12} \text{ ลูกบาศก์ฟุต}$$

$$= 200 \text{ ลูกบาศก์ฟุต}$$

$$\text{น้ำ 1 ลูกบาศก์ฟุตหนัก} = 62.5 \text{ ปอนด์}$$

∴	น้ำ 200 ลูกบาศก์ฟุต หนัก	$= 62.5 \times 200$	ปอนด์
		$= 12,500$	ปอนด์
∴	น้ำหนักของรถทนายไป	$= 12,500$	ปอนด์
	แต่เนื่องจากเรือและรถลอยในน้ำ น้ำหนัก ที่หายไป จึงเท่ากับน้ำหนักของรถยนต์ในอากาศ		
∴	น้ำหนักของรถยนต์	$= 12,500$	ปอนด์
ตอบ	รถยนต์หนัก	12,500	ปอนด์

ตัวอย่างที่ 3 อะลูมิเนียมชนหนึ่ง มีปริมาตร 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร หนัก 340 กรัม เมื่อจมในน้ำ จงหาน้ำหนักของอะลูมิเนียมชนในอากาศ

วิธีทำ

เนื่องจากอะลูมิเนียมจมในน้ำ มันจะแทนที่น้ำได้เท่ากับ
ปริมาตรของมัน

∴	ปริมาตรของน้ำที่ถูกแทนที่	$= 200$ ลูกบาศก์เซนติเมตร
	แต่น้ำ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรหนัก	1 กรัม
∴	น้ำที่ถูกแทนที่หนัก	$= 1 \times 200$ กรัม
		$= 200$ กรัม
	น้ำหนักของอะลูมิเนียมที่หายไป	$=$ น้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่
∴	เมื่อชั่งในน้ำ น้ำหนักของอะลูมิเนียมชน จะเบากว่าเมื่อชั่ง ในอากาศ	$= 200$ กรัม
	แต่น้ำหนักของอะลูมิเนียมในน้ำ	$= 340$ กรัม
∴	น้ำหนักของอะลูมิเนียมในอากาศ	$= 340 + 200$ กรัม
		$= 540$ กรัม
ตอบ	อะลูมิเนียมในอากาศหนัก	540 กรัม

แบบฝึกหัดบทที่ 17

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ของไหลคืออะไร ? ทำไมจึงทราบว่า ของไหลมีแรงดันขึ้น ? จงยกตัวอย่าง
2. กฎของอาร์คิมิดีสมีความว่าอย่างไร ? จะทดลองให้เห็นจริงได้อย่างไร ?
3. วัตถุที่ลอยในของเหลว จะแทนที่ของเหลวได้มากน้อยเท่าไร ?
4. จงอธิบายว่า จะหาความหนาแน่นของข้อขึ้นขา ซึ่งทำด้วยเงินได้อย่างไร ?
5. วัตถุเมื่อขังในอากาศหนัก 880 ปอนด์ เมื่อขังในน้ำหนัก 675 ปอนด์
 - (ก) จงหาน้ำหนักของน้ำที่วัตถุแทนที่
 - (ข) จงหาปริมาตรของน้ำที่ถูกแทนที่
 - (ค) จงหาปริมาตรของวัตถุ
6. แท่งอะลูมิเนียม ขังในอากาศหนัก 800 กรัม สามารถแทนที่น้ำได้หนัก 300 กรัม
 - (ก) จงหาน้ำหนักของแท่งอะลูมิเนียม เมื่อขังในน้ำ
 - (ข) จงหาปริมาตรของแท่งอะลูมิเนียม
 - (ค) จงหาความหนาแน่นของอะลูมิเนียม
7. เรือลำหนึ่งแทนที่น้ำได้ 40,000 ลูกบาศก์ฟุต เมื่อลอยอยู่ในน้ำ จงหาน้ำหนักของเรือ
8. เรือยาว 100 ฟุต กว้าง 15 ฟุต สมมุติว่าส่วนกว้างตั้งแต่ขอบเรือถึงห้องเรือเท่ากันหมด เมื่อบรรทุกข้าวมันจะจมน้ำลึกลงไปอีก 5 ฟุต จงหาน้ำหนักของข้าว

บทที่ 18

ความถ่วงจำเพาะ

ความถ่วงจำเพาะ

ความถ่วงจำเพาะของสาร คือจำนวนที่บอกให้ทราบว่า สารหนักเท่าไรเท่าของน้ำซึ่งมีปริมาตรเท่ากัน เป็นต้นว่า ความถ่วงจำเพาะของกำมะถันเท่ากับ 2 หมายความว่า กำมะถันหนักเป็น 2 เท่าของน้ำ ซึ่งมีปริมาตรเท่ากับกำมะถัน ทองมีความถ่วงจำเพาะเป็น 19.3 น้ำ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรหนัก 1 กรัม 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรของทอง ซึ่งหนักเป็น 19.3 เท่าของน้ำ จะหนัก 19.3 กรัม เราอาจเขียนสูตรสำหรับหาความถ่วงจำเพาะของสารใด ๆ ได้ดังนี้

$$\text{ความถ่วงจำเพาะ} = \frac{\text{น้ำหนักของสาร}}{\text{น้ำหนักของน้ำซึ่งมีปริมาตรเท่ากับสารนั้น}}$$

ตัวอย่างที่ 1 จงหาน้ำหนักของเหล็กหล่อ 1 ลูกบาศก์ฟุต ถ้าความถ่วงจำเพาะของเหล็กหล่อเป็น 7

วิธีทำ

$$\text{น้ำ 1 ลูกบาศก์ฟุตหนัก} = 62.5 \text{ ปอนด์}$$

$$\text{เหล็กหล่อมความถ่วงจำเพาะ} = 7$$

$$\therefore \text{เหล็กหล่อ 1 ลูกบาศก์ฟุตจะหนักเป็น 7 เท่าของน้ำ 1 ลูกบาศก์ฟุต}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{เหล็กหล่อ 1 ลูกบาศก์ฟุตหนัก} &= 62.5 \times 7 \text{ ปอนด์} \\ &= 437.5 \text{ ปอนด์} \end{aligned}$$

ตอบ เหล็กหล่อ 1 ลูกบาศก์ฟุตหนัก 437.5 ปอนด์

ความถ่วงจำเพาะของของแข็งที่หนักกว่าน้ำ

ในตอนที่แล้วมา จะเห็นว่า เราอาจหาความถ่วงจำเพาะของสาร โดยเอาน้ำหนักของน้ำซึ่งมีปริมาตรเท่ากับสาร ไปหารน้ำหนักของสาร เราทราบว่า วัตถุจมน้ำจะแทนที่น้ำได้เท่ากับปริมาตรของมัน ดังนั้น ความถ่วงจำเพาะของวัตถุจมน้ำ จะหาได้โดยเอาน้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่ ไปหารน้ำหนักของวัตถุ หรือ

ความถ่วงจำเพาะของของแข็งจมน้ำ

$$= \frac{\text{น้ำหนักของของแข็ง}}{\text{น้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่โดยของแข็ง}}$$

เราอาจทำการ ทดลอง หาความถ่วง จำเพาะของ ของแข็งที่หนักกว่าน้ำ เช่นตะกั่ว ได้เป็นชน ๆ ดังต่อไปนี้

1. ชั่งหาน้ำหนักของตะกั่วชิ้นหนึ่งในอากาศ

น้ำหนักของตะกั่วในอากาศ = 226 กรัม

2. ชั่งหาน้ำหนักของตะกั่วในน้ำ ให้ตะกั่วจมน้ำหมด

น้ำหนักของตะกั่วในน้ำ = 206 กรัม

3. เอาน้ำหนักของตะกั่วในน้ำ ไปลบออกจากน้ำหนักของตะกั่วในอากาศ ผลลัพธ์จะเป็นน้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่ (ตามกฎของอาร์คิมิดีส)

น้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่ = 20 กรัม

4. แทนค่าในสูตรข้างบน หาความถ่วงจำเพาะ

$$\begin{aligned} \text{ความถ่วงจำเพาะของตะกั่ว} &= \frac{\text{น้ำหนักของตะกั่ว}}{\text{น้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่}} \\ &= \frac{226}{20} \\ &= 11.3 \end{aligned}$$

ความถ่วงจำเพาะของของแข็งที่เบากว่าน้ำ

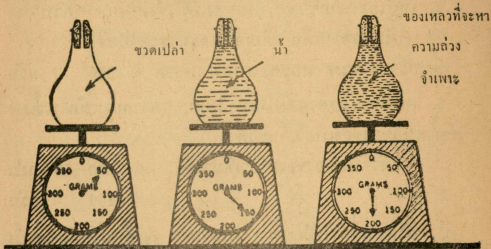
ของแข็งที่เบากว่าน้ำซึ่งมีปริมาตรเท่ากับมัน จะลอยในน้ำ ดังนั้นมันจะไม่แทนที่น้ำได้เท่ากับปริมาตรของมัน ในการหาความถ่วงจำเพาะของของแข็งที่ลอยในน้ำ เราจึงต้องหาคัมถ่วงให้มันจมน้ำ และอาจดำเนินการหาเป็นขั้น ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. ชั่งน้ำหนักของก้อนไม้ (ซึ่งลอยในน้ำ) ในอากาศ
น้ำหนักของไม้ในอากาศ = 120 กรัม
2. เอาคัมถ่วงผูกกับด้าย และปลายของด้ายอีกข้างหนึ่งไปผูกกับก้อนไม้ คัมถ่วงนี้ต้องหนักพอที่จะทำให้ก้อนไม้จมน้ำได้ หย่อนคัมถ่วงลงไปในน้ำ แต่ให้ก้อนไม้อยู่ในอากาศ ชั่งน้ำหนักของคัมถ่วงและไม้ในขณะนั้น
น้ำหนักของคัมถ่วงในน้ำและไม้ในอากาศ = 300 กรัม
3. ปลดปล่อยให้คัมถ่วงดึงก้อนไม้ลงไปให้จมอยู่ในน้ำ และชั่งน้ำหนักของสิ่งทั้งสอง
น้ำหนักของคัมถ่วงและไม้ในน้ำ = 140 กรัม
4. หาผลต่างของน้ำหนักในขั้น 2 และ 3 ผลต่างที่ได้จะเป็นน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับก้อนไม้
น้ำหนักของน้ำที่ถูกไม้แทนที่—
เมื่อไม้จมน้ำ = 300—140 กรัม
= 160 กรัม
5. เมื่อทราบน้ำหนักของก้อนไม้ในอากาศ และน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับก้อนไม้ เราก็จะคำนวณหาความถ่วงจำเพาะของไม้ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ความถ่วงจำเพาะของไม้} &= \frac{\text{น้ำหนักของไม้}}{\text{น้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่}} \\
 &= \frac{120}{160} \\
 &= 0.75
 \end{aligned}$$

ความถ่วงจำเพาะของของเหลว

ความถ่วงจำเพาะของของเหลว อาจหาได้ 3 วิธีด้วยกัน คือ
 (1) วิธีใช้ขวดหาความถ่วงจำเพาะ (2) วิธีใช้ไฮโดรมิเตอร์
 และ (3) วิธีใช้ของแข็งเข้าแทนที่ของเหลวนั้น



วิธีใช้ขวดหาความถ่วงจำเพาะ

(1) วิธีใช้ขวดหาความถ่วงจำเพาะ

ขวดหาความถ่วงจำเพาะเป็นขวดแก้ว มีลักษณะดังรูปข้างบน จุกขวดเป็นแก้ว มีรูเล็กทะลุตรงกลาง ประโยชน์ของจุกซึ่งมีรูนี้ เพื่อให้ของเหลวซึ่งมีอยู่ในขวดเต็มเกินไป ล้นออกมาได้ทางรูเมื่อปิดจุก เราใช้ขวดหาความถ่วงจำเพาะและตาชั่งแบบมีจานสำหรับหาความถ่วงจำเพาะของของเหลว ได้ดังต่อไปนี้

1. ชั่งขวดเปล่า

น้ำหนักของขวดเปล่า = 50 กรัม

2. เติมน้ำลงในขวดจนเต็ม ปิดจุก แล้วชั่ง

น้ำหนักของขวดและน้ำเต็มขวด = 150 กรัม

3. หาหนักของน้ำในขวด โดยเอาน้ำหนักของขวดเปล่าไป
ลบออกจากน้ำหนักของขวดและน้ำเต็มขวด

$$\begin{aligned}\text{น้ำหนักของน้ำเต็มขวด} &= 150 - 50 \text{ กรัม} \\ &= 100 \text{ กรัม}\end{aligned}$$

4. เทน้ำออกจากขวด เติมน้ำของเหลวซึ่งต้องการหาความถ่วง
จำเพาะลงไปในขวดจนเต็ม ปิดจุก และนำขวดไปชั่ง

$$\text{น้ำหนักของขวด และของเหลวเต็มขวด} = 200 \text{ กรัม}$$

5. เอาน้ำหนักของขวดเปล่า ไปลบออกจากน้ำหนักในขั้น 4
จะได้น้ำหนักของของเหลวเต็มขวด

$$\begin{aligned}\text{น้ำหนักของของเหลวเต็มขวด} &= 200 - 100 \text{ กรัม} \\ &= 100 \text{ กรัม}\end{aligned}$$

6. น้ำหนักที่หาได้ในขั้น 3 และขั้น 5 จะเป็นน้ำหนักของน้ำ
และน้ำหนักของเหลวซึ่งบรรจุขวดได้เต็มพอดี ดังนั้นน้ำและของ
เหลวทั้งสองจำนวนนี้ จะมีปริมาตรเท่ากัน เพราะต่างก็มีปริมาตร
เท่ากับขวด เราจึงคำนวณหาความถ่วงจำเพาะของของเหลวได้ดังนี้

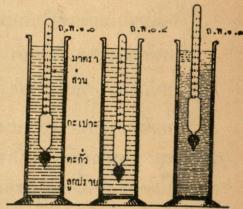
$$\begin{aligned}\text{ความถ่วงจำเพาะของของเหลว} &= \frac{\text{น้ำหนักของของเหลว}}{\text{น้ำหนักของน้ำซึ่งมีปริมาตรเท่ากัน}} \\ &= \frac{100}{100} \\ &= 1.0\end{aligned}$$

(2) วิธีใช้ไฮโดรมิเตอร์ (hydrometer)

ไฮโดรมิเตอร์เป็นเครื่องมือสำหรับหาความถ่วงจำเพาะ มีอยู่
หลายชนิดด้วยกัน แต่ชนิดที่จะกล่าวถึงในที่นี้ เป็นชนิดที่เรียก
กันว่าไฮโดรมิเตอร์สามัญ (common hydrometer) ซึ่งเป็นเครื่อง-

เมื่อสำเร็จรูป สำหรับหาความถ่วงจำเพาะของของเหลว ไฮโดรมิเตอร์สามัญ เป็นหลอดแก้วกลวงยาว ปลายด้านล่างของหลอดแก้วเป็นกะเปาะ มีลูกปรายตะกั่วอยู่ภายใน เหนือกะเปาะที่บรรจุลูกปรายตะกั่ว เขาทำหลอดแก้วให้โตกว่าตอนบนเล็กน้อย เพื่อให้ไฮโดรมิเตอร์ลอยในของเหลวได้ดี ภายในหลอดแก้วตอนบน มีมาตราส่วนบอกความถ่วงจำเพาะติดอยู่ที่ข้างหลอดแก้ว ตัวเลขบนมาตราส่วนนี้จะบอกความถ่วงจำเพาะของของเหลวให้อ่านได้โดยตรงเลยทีเดียว เมื่อเอาไฮโดรมิเตอร์ไปลอยในของเหลว มันจะจมลงไป จนกระทั่งมัน แทนที่ของเหลวได้เท่ากับน้ำหนัก ของตัวมัน

ลูกปรายตะกั่วในกะเปาะจะช่วย
ให้ไฮโดรมิเตอร์ตั้งตรง ขณะที่
ลอยอยู่ในของเหลว ความถ่วง
จำเพาะของของเหลว อ่านได้
จากตัวเลขบนขีดของมาตราส่วน
ซึ่งอยู่ตรงกับระดับของของเหลว
พอดี ในของเหลวที่เบา ไฮโดร-
มิเตอร์จะจมลงไปได้มาก ดังนั้น
ตัวเลขบน ตารางส่วนจึงเริ่มจาก



ใช้ไฮโดรมิเตอร์วัดความถ่วงจำเพาะ

น้อยไปหามาก จากปลายบนของหลอดแก้วลงไปหากะเปาะ เขา
ใช้ไฮโดรมิเตอร์ สำหรับวัดตรวจความถ่วงจำเพาะของอัลกอฮอล์
น้ำมัน กรด และนม สุราที่ขายจะมีความถ่วงจำเพาะเท่าไรนั้น
เจ้าพนักงานสรรพสามิตทราบ ดังนั้นเขาจึงใช้ไฮโดรมิเตอร์วัด
ความถ่วงจำเพาะของสุรา แล้วสามารถบอกได้ทันทีว่าสุราชนิดนั้น
ปลอมหรือไม่ ไฮโดรมิเตอร์ยังใช้กันมากสำหรับตรวจดูความถ่วง

จำเพาะของกรดในเบสเตอริกชนิดนี้ เบสเตอริกชนิดนี้เมื่อใช้ไปนาน ๆ ความถ่วงจำเพาะของกรดจะลดลง เมื่อใช้ไฮโดรมิเตอร์ตรวจดู ก็จะทราบว่า ลดลงถึงขนาดที่จะต้องนำไปประจุไฟฟ้าใหม่หรือยัง

(๓) วิธีใช้ของแข็งเข้าแทนที่ของเหลว

สำหรับวิธีนี้ เราอาศัยของแข็งซึ่งจมลงในน้ำและในของเหลวช่วย ครั้งแรกของแข็งในอากาศ ต่อไปของแข็งในน้ำ และท้ายสุด ของของแข็งในของเหลวที่ต้องการหาความถ่วงจำเพาะ สมมุติว่าน้ำหนักของแข็งได้มาดังต่อไปนี้

น้ำหนักของของแข็งในอากาศ = 200 กรัม

น้ำหนักของของแข็งในน้ำ = 100 กรัม

น้ำหนักของของแข็งในของเหลว = 120 กรัม

น้ำหนักของของแข็งที่ลดลงไปเมื่ออยู่ในน้ำ ($= 200 - 100 = 100$ กรัม) จะเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่ และน้ำหนักของของแข็งที่ลดลงไป เมื่ออยู่ในของเหลว ($= 200 - 120 = 80$ กรัม) ก็จะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่ แต่น้ำและของเหลวที่ถูกแทนที่ ต่างก็มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของของแข็งที่ใช้ เราจึงคำนวณหาความถ่วงจำเพาะของของเหลวได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ความถ่วงจำเพาะของของเหลว} &= \frac{\text{น้ำหนักของของเหลว}}{\text{น้ำหนักของน้ำซึ่งมีปริมาตรเท่ากัน}} \\ &= \frac{80}{100} \\ &= 0.8 \end{aligned}$$

ในการหาความถ่วงจำเพาะของของเหลวโดยวิธีนี้ ต้องระวัง
เลือกของแข็งที่ใช้ อย่าให้มันละลายทั้งในน้ำ และในของเหลวที่
ต้องการทราบความถ่วงจำเพาะ

ถ้าทดลองมาแล้ว จะเห็นว่า เวลาเราพูดถึงความถ่วงจำเพาะ
ของสาร เรากล่าวขึ้นมาเป็นตัวเลขน้อยๆ ไม่มีหน่วยข้างท้าย เช่น
ตะกั่วมีความถ่วงจำเพาะ 11.3 เหล็กมีความถ่วงจำเพาะ 7.8 ดังนั้น
เป็นต้น การที่เป็นอย่างนั้นก็เพราะว่าความถ่วงจำเพาะของสาร เป็น
ตัวเลขหรือจำนวนที่บอกให้ทราบว่า สารชนิดนั้นหนักเป็นกี่เท่าของ
น้ำซึ่งมีปริมาตรเท่ากัน หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่ง ความถ่วงจำเพาะ
ของสาร ก็คืออัตราส่วน เปรียบเทียบ ระหว่าง น้ำหนักของสารกับน้ำ
หนักของน้ำ เมื่อปริมาตรของทั้งสองสิ่งเท่ากัน เหล็กหนักเป็น
7.8 เท่าของน้ำ ซึ่งมีปริมาตรเท่ากัน ดังนั้นความถ่วงจำเพาะของ
เหล็กจะเป็น 7.8 น้ำ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรหนัก 1 กรัม เหล็ก 1
ลูกบาศก์เซนติเมตรจะหนัก $7.8 \times 1 = 7.8$ กรัม ความหนาแน่นของ

$$\text{เหล็ก} = \frac{7.8 \text{ กรัม}}{1 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}} = 7.8 \text{ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

จะสังเกตเห็นว่า ในที่นี้แม้ความถ่วงจำเพาะของเหล็ก และความ
หนาแน่นของเหล็กจะเป็นตัวเลขเดียวกัน แต่มันมีความหมาย
แตกต่างกัน



แบบฝึกหัดบทที่ 18

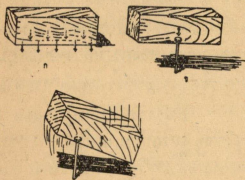
จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ความถ่วงจำเพาะของสารหมายความว่าอย่างไร ? และเท่ากับเท่าไร ?
2. จงอธิบายถึงวิธึหาความถ่วงจำเพาะของของแข็งที่หนักกว่าน้ำ
3. จงอธิบายถึงวิธึหาความถ่วงจำเพาะของของแข็งที่เบากว่าน้ำ
4. จงอธิบายถึงการใช้ขวดหาความถ่วงจำเพาะ หาความถ่วงจำเพาะของของเหลว
5. ไฮโดรมิเตอร์สามัญมีลักษณะอย่างไร ? ใช้หาความถ่วงจำเพาะของของเหลวได้อย่างไร ?
จงบอกถึงประโยชน์ของไฮโดรมิเตอร์สามัญ
6. จะหาความถ่วงจำเพาะของของเหลว โดยอาศัยของแข็งเข้าช่วยได้อย่างไร ?
7. จงหาความถ่วงจำเพาะของวัตถุชิ้นหนึ่ง ซึ่งหนัก 450 กรัม เมื่อชั่งในอากาศ และหนัก 250 กรัม เมื่อชั่งในน้ำ
8. หินก้อนหนึ่งมีปริมาตร 6 ลูกบาศก์ฟุต หนัก 1500 ปอนด์ จงหาความหนาแน่นและความถ่วงจำเพาะของหิน
9. ท่อนเหล็กหนัก 500 ปอนด์ในอากาศ และ 430 ปอนด์ในน้ำ จงหาความถ่วงจำเพาะของเหล็ก
10. ขวดหาความถ่วงจำเพาะหนัก 100 กรัม เมื่อไม่มีอะไรบรรจุอยู่ เมื่อใส่น้ำเต็มหนัก 200 กรัม เมื่อใส่กรดกำมะถันเต็มหนัก 230 กรัม จงหาความถ่วงจำเพาะของกรดกำมะถัน
11. แก้วชิ้นหนึ่งหนัก 25 กรัมในอากาศ 14 กรัมในน้ำ และ 17 กรัมในอัลกอฮอล์ จงหาความถ่วงจำเพาะของแก้วและของอัลกอฮอล์
12. เทียนไขแท่งหนึ่งหนัก 50 กรัมในอากาศ น้ำหนักของตุ้มถ่วงในน้ำเท่ากับ 270 กรัม เมื่อเอาตุ้มถ่วง ถ่วงเทียนไข แล้วชั่งในน้ำ ปรากฏว่าน้ำหนักในน้ำของทั้งสองเป็น 264 กรัม จงหา
 - (ก) น้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่ เมื่อเทียนไขจมน้ำหมด
 - (ข) ปริมาตรของเทียนไข
 - (ค) ความถ่วงจำเพาะของเทียนไข

บทที่ 19

จุดศูนย์กลางของความถ่วง (Centre of Gravity)

สสารประกอบด้วยโมเลกุล ซึ่งเป็นอนุภาคเล็กๆ จำนวนมาก โลกจะส่งแรงมาดึงดูดองอนุภาคเหล่านี้ ดังในรูป ก. ข้างล่าง ซึ่งแสดงแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อท่อนไม้ แรงต่างๆ เหล่านี้จะมีแนวทางขนานกัน กล่าวคือ พุ่งลงสู่พื้นดิน ผลรวมของแรงเหล่านี้ที่จริงก็คือน้ำหนักของท่อนไม้มันเอง เวลาที่เรายกท่อนไม้ขึ้น



จุดศูนย์กลางของความถ่วง

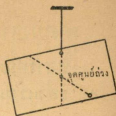
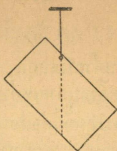
เราจะรู้สึกเหมือนว่า เราต้องออกแรงได้แรงเพียงแรงเดียว ดังนั้น จึงคล้ายกับว่าแรงดึงดูดระหว่างโลกกับ ทุก ๆ อนุภาคของท่อนไม้ รวมกันได้เป็นแรงใหญ่แรงเดียว กระทำกับท่อนไม้ที่ตรงจุดศูนย์กลางของท่อนไม้ ถ้าเราพยายามวาง

ท่อนไม้บนหัวดาบเล็กๆ ดังในรูป ข. และ ค. จะพบว่า จะมีอยู่เพียงตำแหน่งเดียวเท่านั้นที่ท่อนไม้จะวางอยู่บนหัวดาบได้ ในตำแหน่งนี้ จุดที่แรงดึงดูดของโลกกระทำต่อท่อนไม้ จะอยู่ในท่อนไม้เหนือหัวดาบขึ้นไป เราเรียกจุดนั้นว่า **จุดศูนย์กลางของความถ่วง** ดังนั้น จุดศูนย์กลางของความถ่วงของวัตถุ คือ จุดที่คล้ายกับว่าน้ำหนักของวัตถุรวมอยู่ที่ตรงจุดนั้น

วิธีหาจุดศูนย์กลางของความถ่วง

ในการหาจุดศูนย์กลางของความถ่วง ของรูปร่าง ๆ เป็นต้นว่าหาจุดศูนย์กลางของความถ่วง ของแผ่นกระดาษบาง รูปสี่เหลี่ยม ผืนผ้า เรามองหาอย่างง่าย ๆ คือ เราจะรู้เล็กๆ เข้าที่ริมกระดาษสักสองรู เอาด้ายหรือด้ายหรือรูใดรูหนึ่ง และผูกไว้แต่เพียงให้ขู่แขวน

ค้ำยหลุด ค้ำยหลุดจะออก
แรงรับน้ำหนักของแผ่นกระ-
ดาษ ดังนั้นจุดศูนย์กลางของ
ความถ่วงจะต้องอยู่บนเส้นตั้ง
ฉากต่อจากเส้นค้ำยลงไป ลาก

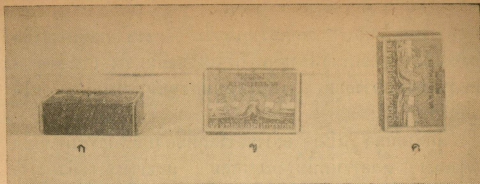


เส้นตั้ง ต่อจากเส้น ค้ำยไว้ บน วิธีหาจุดศูนย์กลางของความถ่วงของแผ่นบาง
แผ่นกระดาษ ต่อจากนั้นเอาค้ำยหลุดร้อยข้อหนึ่ง แล้วทำเช่น
เดียวกันอีก จะได้เส้นตั้งอีกเส้นหนึ่งหาจุดศูนย์กลางความถ่วงจะ
ต้องอยู่บนนั้น แต่เนื่องด้วยจุดศูนย์กลางของความถ่วงของวัตถุมี
เพียงจุดเดียวเท่านั้น จุดศูนย์กลางของความถ่วงของแผ่นกระดาษ
จึงอยู่ที่จุดที่เส้นตั้งทั้งสองตัดกัน ถ้าเราลองลากเส้นทแยงมุม
มันจะตัดกันพอดีที่จุดนั้น เราอาจใช้วิธีหาที่กล่าวมาแล้วนี้ หาจุด
ศูนย์กลางของความถ่วงของรูปเรขาคณิตอื่น ๆ ได้ ตารางข้างล่างนี้
บอกตำแหน่งจุดศูนย์กลางของความถ่วงของรูปทรงง่าย ๆ ไว้

รูป	ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของความถ่วง
แผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้า	} จุดที่เส้นทแยงมุมทั้งสองตัดกัน
แผ่นสี่เหลี่ยมจัตุรัส	
แผ่นสี่เหลี่ยมคางหมู	} จุดที่มีเส้นมีเดียนตัดกัน
แผ่นสามเหลี่ยม	
แผ่นวงกลม	จุดศูนย์กลาง
รูปทรงกระบอก	จุดกึ่งกลางของเส้นแกน
รูปทรงกลม	จุดศูนย์กลาง
รูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์	จุดกึ่งกลาง
กรวยกลม	บนเส้นลากจากจุดยอดมายังจุดกึ่งกลางของฐาน ห่างจากฐานเป็นระยะ $\frac{1}{4}$ ของความสูง

ความเสถียร (Stability)

เอากล่องไม้ขีดมาสักหนึ่งกล่อง แล้วลองวางมันในลักษณะ
ต่างๆ กัน ดังในรูปข้างล่าง จะพบว่ามันจะตั้งอยู่ในลักษณะนั้น
ไม่ล้ม เราเรียกว่ามันมีความเสถียรสมดุล (Stable equilibrium)

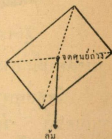
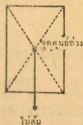


วัตถุจะลึบหากถ้าจุดศูนย์กลางของความถ่วงอยู่ต่ำ

คราวนี้ถ้าเอามือไปดันที่ข้างกล่องในรูป ก. มันจะไม่พลิก แต่ถ้าวางออกแรงดันที่ข้างกล่องไม้ขีดในรูป ข. และในรูป ค. กล่องไม้ขีดจะลึบได้โดยง่าย จะเห็นว่าแม้กล่องไม้ขีดทั้งสามจะมีความเสถียรสมดุลด้วยกัน แต่มันมีความเสถียรมากน้อยแตกต่างกัน กล่องไม้ขีดในรูป ก. จะมีความเสถียรมากกว่ากล่องไม้ขีดในรูป ข. และในรูป ค.

จากเรื่องของกล่องไม้ขีดที่เพิ่งกล่าวมาแล้ว จะสังเกตเห็นว่า วัตถุจะลึบยาก (มีความเสถียรมาก) ถ้าฐานที่วางติดกับพื้นกว้าง และจุดศูนย์กลางของความถ่วงอยู่ต่ำ ถ้าเส้นดึงทลากจากจุดศูนย์กลางของความถ่วงยังคงอยู่ใน

ฐานของวัตถุ มันจะไม่ลึบ แต่ถาเส้นอยู่นอกฐานของวัตถุแล้ว วัตถุจะลึบทันที



ความรู้ เรื่องนี้นับว่าเป็น

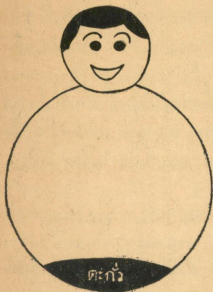
ประโยชน์มาก รถยนต์ที่

ทสร้างในสมัยก่อนมักมีทรงสูงจากพื้นถนนมากไป เวลาจอดเลยว หรือเมือรถเอง มันจะพลิกคว่ำได้ง่าย เป็นอันตราย ในปัจจุบันนี้ เขามักสร้างรถยนต์ให้มทรงต่ำๆ และให้จุดศูนย์กลางของความถ่วงอยู่ในสมันจนจึงมีความเสถียร

วัตถุจะลึบถ้าเส้นดึงผ่านจุดศูนย์กลางของความถ่วงอยู่นอกฐาน

มากกว่าในสมัยก่อน พลิกคว่ำยากกว่า ลองสังเกตดูเครื่องมือ
เครื่องใช้ต่างๆ จะเห็นว่าเขามักทำให้ฐานของมันกว้าง และจุดศูนย์กลาง
กลางของความถ่วงอยู่ต่ำ เพื่อให้นมันมีความเสถียรมาก จะได้
ไม่ล้มง่าย

ตุ๊กตาล้มลุก เป็นตัวอย่างของวัตถุที่มีความเสถียรสมดุลอีก
อย่างหนึ่ง ตุ๊กตาชนิดนี้มีฐานมนกลม และเขาเอาตะกั่วถ่วงไว้



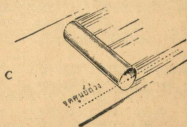
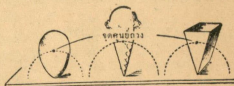
ตุ๊กตาล้มลุก

ที่ฐานด้านใน เพื่อให้จุดศูนย์กลาง
อยู่ที่ฐาน ไม่ว่าจะวางในลักษณะ
ใดก็ตาม มันจะพลิกกลับเอาฐาน
ลงเสมอ จะได้อยู่ในตำแหน่งซึ่ง
มันมีความเสถียรมากที่สุด

ถ้าเราจับไข้ต่งเอาปลายลง พอ
ปล่อยมือไข้จะล้ม กรวยกลมและ
ลิ่มก็เช่นเดียวกัน ถ้าต่งเอาปลาย
แหลมหรือคมลง โดยปรกติมันจะ
ล้ม วัตถุประเภทนี้เป็นวัตถุซึ่งมี
ความเสถียรไม่สมดุล (unstable
equilibrium) หรือขาดความเสถียร
เมื่อวางมันในลักษณะดังกล่าวในการ

ล้มจุดศูนย์กลางของความถ่วงจะอยู่ต่ำกว่าเดิม

วัตถุอีกพวกหนึ่ง เช่น
ลูกบอล วัตถุทรงกระบอกที่
วางเอาผิวโค้งลงบนพื้น จะมี
จุดศูนย์กลางของความถ่วงอยู่
ใกล้ผิวโลกเท่าเดิมเสมอ ไม่
ว่ามันจะกลิ้งไปอย่างไรก็ตามบน
พื้น เราเรียกวัตถุประเภทนี้มี
สมดุลเป็นกลาง หรือ เสถียร
(neutral equilibrium)



วัตถุไม่เสถียร และสมดุลเป็นกลาง

แบบฝึกหัดบทที่ 19

ก. จงเติมคำหรือข้อความในช่องว่างต่อไปนี้

หน้าหนักของวัตถุรวมอยู่ที่.....ของวัตถุ จุดศูนย์กลางของ
ความถ่วงของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน อยู่ที่จุดที่.....ตัดกัน และของ
รูปสามเหลี่ยมอยู่ที่จุด.....ตัดกัน วัตถุจะล้มถ้าเส้นตั้งที่ลากผ่าน
.....อยู่ที่.....ฐานของวัตถุ

ข. จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จุดศูนย์กลางของความถ่วงของวัตถุ คือจุดไหน ?
2. เรามีวิธีหาจุดศูนย์กลางของความถ่วงของแผ่นกระดาษได้อย่างไร ?
3. จุดศูนย์กลางของความถ่วงของรูปเรขาคณิตต่อไปนี้ อยู่ที่ไหน ?
รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปสามเหลี่ยม วงกลม ทรงกลม ทรงกระบอก สี่เหลี่ยม
ลูกบาศก์ และกรวยกลม
4. เพราะเหตุไร วัตถุบางอย่างจึงล้มง่าย บางอย่างจึงล้มได้ยากเมื่อตั้งไว้ ?

การสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติ

(Conservation of Natural Resources)

โลกเป็นคลังวัตถุดิบ เราได้วัตถุดิบจากโลกมาทำเป็นอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย ยารักษาโรค และเครื่องใช้ไม้สอยต่างๆ มากมาย วัตถุหลายอย่างด้วยกัน ทั้งบนผิวโลกและภายในโลก เป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตและความสะดวกสบายของชีวิตมนุษย์ เป็นต้นว่า ดิน น้ำ สินแร่ เชื้อเพลิง ป่าไม้ และทุ่งหญ้า พืช และสัตว์ สิ่งเหล่านี้เป็นทรัพยากรธรรมชาติของเรา

ในสมัยก่อน เมื่อพลเมืองยังน้อยอยู่ อาหารและเครื่องใช้ไม้สอย วัตถุที่เอามาทำที่พักอาศัยก็นับว่ามีมากมายไม่ขาดแคลน มนุษย์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างพอเพียง ไม่ได้เป็นห่วงว่าต่อไปข้างหน้าทรัพยากรธรรมชาติเหล่านี้จะขาดแคลนลง ครั้นเมื่อโลกเจริญขึ้น ความต้องการของมนุษย์ก็มากยิ่งขึ้นและหลายอย่างขึ้น จำนวนพลเมืองก็เพิ่มมากขึ้น มนุษย์ก็จำเป็นต้องใช้ทรัพยากรธรรมชาติทั่วจำนวนขึ้น เป็นต้นว่า ต้องปลูกพืช ผักเป็นอาหาร ทำให้ปุ๋ยในดินค่อย ๆ ร่อยหรอไป ต้องไถนดินไม้ในป่ามาทำบ้านเรือน ป่าไม้จึงค่อย ๆ หดไป สัตว์ถูกจับมาใช้เป็นอาหาร และใช้แรงงาน ทำให้เหลือจำนวนน้อยลง หรือบางอย่างก็สูญพันธุ์ไป เชื้อเพลิง เช่น น้ำมัน ถ่านหินที่อยู่ภายใต้ผิวโลกก็ถูกนำมาใช้ในด้านต่างๆ จนนับวันก็แต่จะขาดแคลนลงทุกที โลหะและสินแร่ต่างๆ ก็ถูกนำมาใช้ทำเป็นภาชนะเครื่องใช้ไม้สอยต่าง ๆ จนที่เหลืออยู่ในโลกปัจจุบันนี้ก็ต่องน้อยกว่าน้อยลงมาก

มนุษย์ในระยะหลัง ๆ นี้ จึงเริ่มรู้สึกว่าการไม่รู้จักสงวนรักษา และประหยัการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้ดีแล้ว คนรุ่นหลังในเวลาอีก

ไม่นานข้างหน้า ก็จะต้องประสบความขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติ
อย่างมาก โดยเหตุนี้จึงได้มีผู้เห็นความจำเป็นในการสงวนรักษา
ทรัพยากรธรรมชาติ

การสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติ ได้แก่การสงวนรักษา
และรู้จักใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ทั้งบนผิวโลกและภายในพื้นโลก
ในบ้น และต่อไป นักเรียนจะได้ทราบถึงความสำคัญของ
ทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ ความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรธรรมชาติ
ทั้งหลาย และวิธีสงวนรักษา

ทรัพยากรธรรมชาติที่หมุนเวียน และที่สิ้นเปลือง

ทรัพยากรธรรมชาติทั้งหลาย เราอาจแบ่งออกเป็นพวกใหญ่ ๆ
ได้ 2 พวก คือ

(1) ทรัพยากรธรรมชาติที่หมุนเวียน และ

(2) ทรัพยากรธรรมชาติที่สิ้นเปลือง

ทรัพยากรที่หมุนเวียนนั้น เราหมายถึงทรัพยากรที่เมื่อใช้
ร่อยหรือ หรือหมดไปแล้ว เราอาจเพิ่มเติมหรือทำให้มันมีขึ้นมา
ใหม่ได้ เป็นต้นว่าปุ๋ยในดิน ดินชั้นบนเป็นดินอุดม มีปุ๋ยอยู่มาก
แต่เมื่อเราปลูกพืชนานเข้า ๆ ปุ๋ยก็จะร่อยหรือหรือหมดไป เราจำเป็นต้อง
หาปุ๋ยมาใส่ ที่ดินบริเวณนั้นจึงจะยังคงมีปุ๋ยใช้ปลูกผักหญ้าได้
ต่อไป พืชต่าง ๆ หรือต้นไม้ เราตัดทอนมาทำเป็นอาหาร หรือใช้
ในการก่อสร้าง นับวันก็แต่จะหมดไป เราจึงเพาะปลูกมันขึ้นมาใหม่
หมุนเวียนอยู่เช่นเสมอ สัตว์ที่เราใช้เนื้อเป็นอาหาร และที่เรา
อาศัยแรงงานของมันก็เช่นกัน ต้องเลี้ยงดูให้มันมีการสืบพันธุ์หมุน
เวียนอยู่เรื่อย ๆ ซ่อมแซมจำนวนที่มันที่ถูกฆ่าหรือล้มตายไป บาง
ทีธรรมชาติคอยเป็นผู้ดูแลเพิ่มเติมทรัพยากรบางอย่างให้แก่เรา เช่น
น้ำ ฝนจะตกลงมาอยู่เสมอ ไม่ให้โลกแห้งแล้งและกันดารน้ำเกิน
ไป แต่เราก็ต้องช่วยธรรมชาติให้ฝนตกลงบนดิน ไม่ใช่ปล่อยให้

ตกในมหาสมุทร ซึ่งไม่เป็นประโยชน์แก่เราเลย เราอาจช่วย
ธรรมชาติได้ โดยรักษาป่าไว้ให้พอเพียง ในประเทศเรามีผู้คำนวณ
ว่า ควรมีป่าปกคลุมพื้นดินประมาณ 275,000 ตารางกิโลเมตร คือ
ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ของประเทศ แม้ว่าขณะนั้นเรามีป่า
ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นดินทั่วประเทศ การตัดไม้ และบุก
เบิกป่าก็ต้องระมัดระวัง พื้นที่ใดจะเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก
จึงควรบุกเบิก และในขณะเดียวกัน ถ้าเห็นว่าพื้นที่ใดทบกเบิก
แล้วจะไม่เหมาะกับการเพาะปลูกก็ต้องปลูกต้นไม้ขึ้น ป่าใดที่ตัดต้น
ไม้ลงและควรรักษาไว้ ก็ต้องปลูกต้นไม้ขึ้นแทน ทรัพยากรธรรมชาติ
ดังกล่าวมานี้เป็นทรัพยากรหมุนเวียน ในการสงวนรักษา เราจึง
ต้องพยายามทำให้หมุนเวียนอยู่เสมอ ไม่ปล่อยให้มันหมดเปลือง
ไปแล้วไม่มีใหม่มาแทนที่

ทรัพยากรธรรมชาติอีกพวกหนึ่ง ได้แก่ทรัพยากรธรรมชาติที่
สิ้นเปลือง เมื่อเราใช้มันหมดไปแล้ว ก็ไม่อาจจะสร้างมันขึ้นมา
ใหม่แทนของเก่าได้ เช่น พวกโลหะ และสีแร่ น้ำมันปิโตรเลียม
และถ่านหิน เป็นต้น สิ่งเหล่านี้มีอยู่จำกัดในพื้นโลก และเราจำเป็นต้อง
ขุดมันมาใช้เพื่อประโยชน์ต่างๆเสมอ จึงมีแต่ในวันจะหมดไป
ในการสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติพวกนี้ เราจึงต้องระมัดระวัง
รู้จักใช้มันอย่างประหยัด ไม่ฟุ่มเฟือยทิ้งขว้าง หรือทำให้มันหมด
เปลืองไปโดยเปล่าประโยชน์

การสงวนรักษาดิน

พื้นดินตอนบนหนาประมาณ 6 ถึง 12 นิ้วเท่านั้นที่เป็นดินอุดม
เป็นประโยชน์สำหรับเพาะปลูก รากของพืชจะดูดอาหารจากดิน
ตอนผิวนั้น ถ้าหากดินตอนบนนั้นสูญเสียบไป พื้นดินที่เหลือจะไม่
มีปุ๋ย ปลูกพืชไม่ขึ้น หรือทนก็ไม่คงาม

ถ้า^๕พื้นดินปราศจากสิ่งปกคลุม เช่น^๕ไม้หญ้า และ^๕ต้นไม้ปกคลุม^๕ พื้นดินตอนผิวบนจะสึกกร่อนหายไป ลมและน้ำจะพัดพา^๕ดินไปได้โดยง่าย

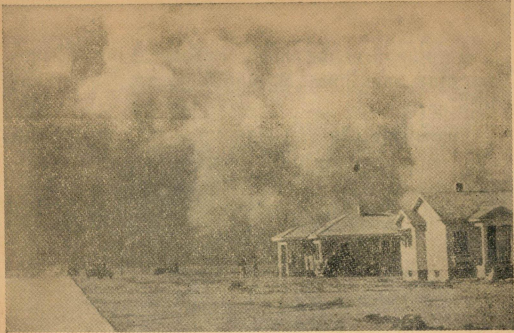
น้ำพัดพา^๕ดินไปได้ เมื่อฝนตกลงบนพื้นดิน น้ำที่ไหลไปบนพื้นดินจะพัดพาเอาดินตามไปด้วย การพัดพา^๕ดินของน้ำมีสาม



น้ำพัดพาเอาดินไปทั้งแถบ

แบบด้วยกัน แบบแรกน้ำจะไหลท่วมดินไปเป็นบริเวณกว้าง พัดพาเอาดินตอนบนหมดไปทั้งแถบ แบบที่สอง เมื่อฝนตกหนัก น้ำฝนจะไหลเซาะดินให้เป็นร่อง อีกแบบหนึ่ง น้ำจะไหลแรงเซาะดินให้เป็นร่องลึกและใหญ่ เมื่อน้ำไหลเซาะอยู่นาน ๆ ร่องก็จะลึกและใหญ่ขึ้นทุกที ๆ ทำให้พื้นดินไม่เหมาะสำหรับการเพาะปลูก

ลมพัดพา^๕ดินไป ขณะ^๕ที่ลมพัด มันจะพาเอาดินไปด้วย และจะทำให้เกิดร่องบนพื้นดิน ยังเป็นแถบที่พื้นดินถูกไถหรือขุดใหม่ ๆ ลมจะยังพัดพาเอาดินไปได้ง่าย ดินที่ถูกลมพัดพาไปนี้เป็นดินอุดม^๕ที่^๕มี^๕ปุ๋ย^๕มาก

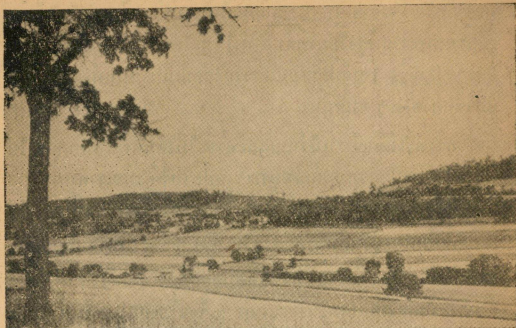


ลมหอบฝุ่นไปจากผิวดิน

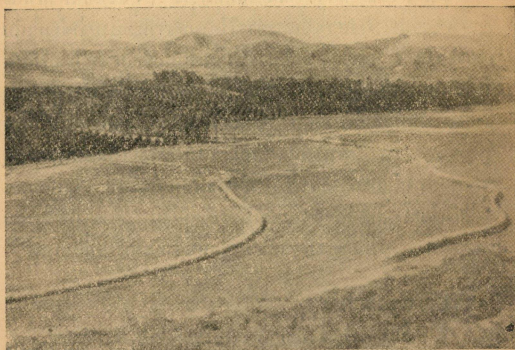
ต้นไม้น้อย และรากไม้ ช่วยยึดดินให้เกาะติดกัน ต้นไม้จะทำให้ดินรอบ ๆ ชุ่มชื้น ไม่เป็นฝุ่นถูกพัดไปง่าย และช่วยผ่อนเพลาแรงของกระแสน้ำและกระแสลม การตัดต้นไม้และปล่อยให้สัตว์กินหญ้าจนเจียนไป เป็นการทำลายสิ่งป้องกันการร่อยหรอของดินเหมือนกัน

การที่เราสูญเสียดินไป มีสาเหตุหลายประการ เช่น ลม น้ำ การปลูกพืชเพียงชนิดเดียวบนบริเวณนั้น การตัดต้นไม้ การทำลายหญ้า การไถพรวนดินทำให้เป็นดินปนละเอียด สะดวกแก่การที่ลมจะพัดพาไป

การป้องกันไม่ให้ดินถูกพัดพาไป เมื่อพบว่าพื้นดินอดม ถูกลมและน้ำพัดพาไป เราควรจะดำเนินการหาวิธีป้องกันทันที เพื่อจะให้ดินยึดกันแน่น และกำลังของน้ำและลมไม่แรงนัก เขามักปลูกต้นไม้ไว้เป็นแถวๆ และปลูกหญ้า หรือพืชผักใดๆ ไว้ระหว่างแถวของต้นไม้ เพื่อปกคลุมดินไปด้วย บริเวณที่พื้นดินลาดเท เช่น บริเวณชายเขา หรือบริเวณที่ลาดเทชายฝั่งแม่น้ำ แทนที่เขาจะไถพรวนดินขึ้นและลงตามความลาด เขาไถในแนวขวางกับความลาด



การปลูกพืชเป็นแถบ (strip cropping)



การไถพนดินอ้อมซายเขา (contour ploughing)

กล่าวคือโล่อ้อมชายเขา และเลียบกับฝั่งแม่น้ำ บ่งกันไม่ให้เกิด
เป็นร่องตรงจากที่สูงไปยังที่ต่ำ ทำให้น้ำไหลชะลงไปได้สะดวก
ในการปลูกพืช เขาก็ปลูกเป็นแถวโค้งอ้อมเนิน แทนที่จะปลูกเป็น
แถวขนลงตรง ๆ ตามเนิน

การทำให้ดินดี แม้ว่าลมและน้ำจะไม่ได้พัดพาเอาดินอุดมไป
ดินก็อาจจะหมดความอุดมสมบูรณ์ขาดปุ๋ยไปได้ เมื่อเราทำการเพาะ
ปลูก พืชที่ออกงาม เจริญเติบโตจะกินอาหารหรือปุ๋ยจากพื้นดินไป
เกลือกเป็นปุ๋ยอยู่ในดินก็ร่อยหรอไปเรื่อย ๆ ถ้าหากมนุษย์หรือ
ธรรมชาติไม่ค่อยเพิ่มเติมปุ๋ยให้แก่ดินอยู่เสมอ ๆ แล้ว ดินก็จะจืด
พืชผักหรือต้นไม้ที่ปลูกในระยะหลัง ๆ ก็จะไม่งอกงามเต็มที่ มีคุณ
ภาพไม่เท่าพืชที่ได้ปุ๋ยเต็มที่

จำนวนของผลผลิตที่ได้ต่อพื้นที่หนึ่งไร่ นับว่าเป็นสิ่งสำคัญ
สำหรับชาวนา ชาวสวน และชาวไร่ เมื่อชาวนาทราบทั่วกันว่าที่เก็บ
เกี่ยวได้ในบั้น น้อยกว่าปีก่อน เท่านั้นเท่านั้นเกี่ยว เขาจะรู้ทันที
ว่า ดินที่นาของเขาขาดปุ๋ย เขาจำเป็นต้องเติมปุ๋ยให้แก่ดิน ซึ่ง
อาจจะทำได้หลายวิธีด้วยกัน วิธีหนึ่ง เขาใช้ปลูกพืชพวกถั่วเพื่อ
ให้มันช่วยสร้างไนโตรเจนแก่พื้นดิน (ไนโตรเจนเป็นอาหารสำคัญ
ของพืช) โดยปรกติ เขาจะใช้วิธีปลูกพืชหมุนเวียน คือปลูกพืช
พวกถั่วบหนึ่ง และพืชอื่นอีกสลับกันไป เขาอาจใช้วิธีเติม
ปุ๋ยต่าง ๆ ลงไปในดิน เพื่อทดแทนปุ๋ยที่พืชกินเข้าไปเป็นอาหาร

การสงวนรักษาน้ำ

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับดิน ถ้าขาดน้ำเสียแล้ว ดินก็จะแห้ง
แล้ง ปลูกพืชไม่ขึ้น น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีประโยชน์และ

สำคัญมาก แต่บางครั้งนักเป็นศัตรูสำคัญของมนุษย์และทรัพยากรธรรมชาติอย่างอื่น เมื่อนานในแม่น้ำไหลท่วมทันฝั่ง มันจะพัดพาเอาดินอุดมแถบนั้นไปด้วย ทำให้พินดินแถบนั้นต้องเสียดินถมปุ๋ยไปมาก

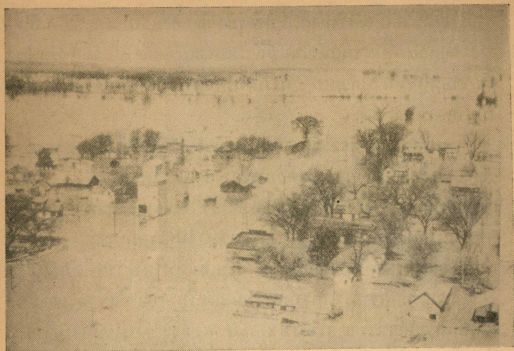
ในบทที่ 9 เราได้ทราบถึงประโยชน์และความสำคัญของน้ำ ได้เรียนรู้ว่าน้ำเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ นกตกเป็นบ่อเกิดของพลังงาน แม่น้ำ ลำคลอง และมหาสมุทรเป็นเส้นทางคมนาคมและขนส่ง น้ำมีประโยชน์ในการดื่ม อาบ และซักฟอก ใช้สำหรับดับเพลิง และสำหรับเล่นกีฬาต่างๆ เป็นต้น

ในบทนี้ เราจะได้ทราบถึงโทษของน้ำ เมื่อเกิดน้ำท่วมว่ามันเป็นอันตรายต่อทรัพยากรธรรมชาติอื่น และจะได้ทราบว่าเราควรจะป้องกันอย่างไร

น้ำท่วม เมื่อฝนตกหนัก ดินตุน้ำซึมลงไปไม่ทัน จะทำให้น้ำไหลบ่าไปบนพินดินโดยรวดเร็ว เกิดเป็นน้ำท่วมฉับ น้ำท่วมเป็นอันตราย และทำให้เกิดความเสียหายมาก มันจะทำความเสียหายให้แก่บ้านเมือง และเรือสวนไร่นา ในเมืองมีบ้านของผู้คนหนาแน่น โรงงานและร้านโรงก็มีมาก น้ำท่วมจึงทำความเสียหายให้แก่บ้านเมืองได้

เมืองที่ถูกน้ำท่วมบ่อยๆ อาจย้ายไปตั้งอยู่บนที่สูงได้ แต่เรือสวนไร่นา ไม่อาจย้ายหนีน้ำท่วมได้ จึงเป็นความจำเป็นที่จะต้องหาหนทางป้องกันไม่ให้เกิดน้ำท่วมขึ้น

การป้องกันน้ำท่วมและการพัดพาเอาดินไปของน้ำ การป้องกันน้ำท่วม สัมพันธ์กับการสงวนรักษาดินอย่างใกล้ชิด จะเห็นได้



น้ำท่วมทำความเสียหายให้มาก

โดยง่ายว่า ดินที่แข็งแห้ง จะตุน้ำได้ไม่มาก เมื่อเวลาฝนตกลงมา แผ่นดินก็จะไม่ตุน้ำให้ซึมลงไปได้มาก น้ำจึงไหลไปบนพื้นดินลงสู่ที่ต่ำ ในขณะที่ไหลบ่าไปนั้นจะพัดพาเอาดินตอนผิวบน ลงไปสู่แม่น้ำลำคลอง ดินเหล่านี้จะตกตะกอน ทำให้แม่น้ำลำคลองตื้นเขิน เป็นเหตุให้น้ำเอ่อสูงกว่าฝั่งและท่วมได้ง่าย

โดยเหตุนี้ นักวิทยาศาสตร์จึงเชื่อว่า วิธีป้องกันน้ำท่วมที่ดีที่สุด คือพยายามกักขังน้ำฝนที่ตกลงมาไว้ทันที อย่าให้มันไหลลงไปสู่ลำธารหรือแม่น้ำลำคลองได้ การปลูกหญ้าปกคลุมดิน จะป้องกันไม่ให้หน้าผาดินไปทับถมท้องแม่น้ำลำคลองได้ง่าย การป้องกันอีกวิธีหนึ่ง คือสร้างเขื่อนเล็กๆ กันไม่ให้หน้าฝนไหลลงไปตามชายเนินเขาเขา หน้าฝนตกลงก็ไว้ จะซึมลงไปได้พื้นดินและกลายเป็นน้ำบาดาล ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติที่สำคัญ นอกจากนั้น น้ำบาดาลจะทำให้ดินตอนผิวบนชุ่มชื้นด้วย เหมาะสำหรับการเพาะปลูก

เขื่อนกั้นน้ำ นอกจากทกล้อมมาข้างบน ยังมวนรอบกั้นน้ำ

ท่วมโดยใช้เขื่อนนอก เขื่อน
นามหลายอย่างด้วยกัน แบบ
หนึ่งเขา ใช้สร้างเขื่อน ตาม
ชายฝั่งแม่น้ำ ทำให้ฝั่งสูงขึ้น
เพื่อให้แม่น้ำสามารถรับน้ำ
ได้มาก กันไม่ให้น้ำไหล
ท่วมฝั่งไปได้ เขื่อนประเภทนี้
เรียกว่าเขื่อนริมน้ำ (levees)
เขื่อนน้ำแบบนี้ใช้ได้ประ-



โยชนเมื่อน้ำไม่มากนัก ถ้า

เขื่อนกั้นน้ำ

น้ำมากและแรง มันจะทานกำลังน้ำไม่ไหว บางทีเขาป้องกันน้ำ
ท่วมโดยขุดคลองระบายน้ำ แยกออกจากแม่น้ำใหญ่ เพื่อระบาย
น้ำไปยังหนองหรือบึง ระดับน้ำในแม่น้ำจึงไม่สูงพอที่จะท่วมล้น
ฝั่ง ในบริเวณบางแห่งเขาสร้างกำแพงล้อมรอบหนองหรือบึง น้ำ
จากคลองระบายจะถูกส่งมาเก็บไว้ในหนองบึงนั้น เราเรียกหนอง
หรือบึงนั้นว่าอ่างเก็บน้ำ

เขื่อนกั้นน้ำบางแห่ง สร้างขึ้นเพื่อใช้กำลังน้ำตกไปทำไฟฟ้า
ช่วยป้องกันน้ำท่วม และเพื่อใช้น้ำในการชลประทาน

แบบฝึกหัดบทที่ 20

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ทรัพยากรธรรมชาติมีอะไรบ้าง ?
2. ทรัพยากรธรรมชาติที่หมุนเวียน ต่างกับ ทรัพยากรธรรมชาติที่สิ้นเปลืองอย่างไร ?
3. การสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติหมายถึงอะไร ? เพราะเหตุใดจึงมีความจำเป็นต้องมีการสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติ ?
4. อะไรบ้างที่เป็นตัวการทำให้เราสูญเสียดินอุดมไป ? และมีวิธีการอย่างไร ?
5. การสงวนรักษาดิน เราต้องทำอะไรบ้าง ?
6. น้ำท่วมมีโทษอย่างไรบ้าง ?
7. เรามีวิธีป้องกันน้ำท่วมได้อย่างไร ?

๘ บทที่ 21

การสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติ (ต่อ)

การสงวนรักษาโลหะสำคัญ

ในสมัยก่อน เราใช้โลหะกันน้อย มาในปัจจุบัน โลหะเป็นของจำเป็นในการอุตสาหกรรมทั้งหลาย ตัวอย่างเช่น เหล็กใช้ทำรางรถไฟ เครื่องยนต์ รถยนต์ เครื่องบิน ตึกอาคาร เครื่องจักร และเครื่องมือต่าง ๆ โลหะอื่นๆ เช่น ทองแดง ตะกั่ว ดีบุก สังกะสี และนิกเกิล ก็มักใช้มาก

ทรัพยากรธรรมชาติเหล่านี้ มีอยู่จำกัดในโลก ถ้าใช้อย่างไม่ระมัดระวัง นับวันก็จะหมดสิ้นไป ไม่อาจหาทดแทนเพิ่มเติมได้ จึงเป็นความจำเป็นที่จะต้องสงวนรักษา รู้จักใช้โลหะเหล่านี้อย่างประหยัด

โลหะที่พบในธรรมชาติไม่ใช่โลหะบริสุทธิ์ มันมักจะเป็นองค์ประกอบของสารประกอบ ซึ่งเรามักจะเรียกว่าแร่หรือสินแร่ ตัวอย่างเช่น เหล็ก จะอยู่เป็นสารประกอบเหล็กออกไซด์ เหล็กออกไซด์นั้นจะผสมอยู่กับสิ่งอื่น ๆ อีกมาก เช่น หินปูน เมื่อจะเอาเหล็กมาใช้ จึงจำเป็นต้องแยกเอาส่วนผสมต่าง ๆ ออกเสียก่อน แล้วจึงแยกเหล็กออกจาก ออกซิเจน อีกทีหนึ่ง โลหะอื่นก็เช่นเดียวกัน

นักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นวิธีแยก หรือ ถลุง เอาโลหะ ออกจากสินแร่ที่พบในธรรมชาติ วิธีถลุงตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการถลุง จะช่วยให้เราแยกเอาโลหะออกมาได้มากที่สุด การสูญเสียสิ้นเปลืองโลหะไปโดยไร้ประโยชน์ก็จะน้อยมาก วิธีถลุงและเครื่องมือถลุง จึงเป็นส่วนหนึ่งของการสงวนรักษาโลหะด้วย

การใช้เศษโลหะ ในการสงวนรักษาโลหะ เราจำเป็นต้องใช้โลหะให้เป็นประโยชน์มากที่สุด ไม่ฟุ่มเฟือยทิ้งขว้าง แม้จะเป็นเศษโลหะ หรือเป็นโลหะที่ใช่แล้ว มันก็ยังมประโยชน์ พวกเศษโลหะนั้นเขาจะส่งกลับไปยังโรงงานอุตสาหกรรมอีก เพราะว่า (1) เศษโลหะนั้นเป็นโลหะที่ถูกลงแล้ว ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการถลุง (2) ใช้เศษโลหะ 1 ตัน จะประหยัดสิ้นแร่ไปได้ประมาณ 4 ตัน

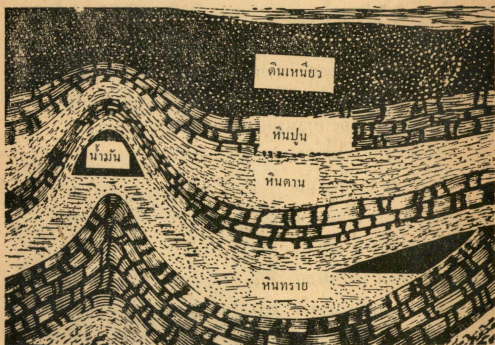
เศษโลหะส่วนใหญ่เป็นผงตะไบ และเศษชิ้นเล็กๆ ที่ถูกเจียนตัด นอกจากนั้นเรายังหมายถึงโลหะที่ใช่แล้วอีกด้วย เศษโลหะเหล่านี้ทิ้งขว้างไว้ก็จะกลายเป็นสนิมไปหมด เศษโลหะเหล่านี้ควรจะได้นำรวบรวมส่งไปยังโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อจะได้ทำออกมาใหม่ให้เป็นประโยชน์

การป้องกันการเกิดสนิม โลหะส่วนมากสึกกร่อนและเป็นสนิมได้ นักวิทยาศาสตร์ได้คิดหาวิธีต่างๆ เพื่อกันไม่ให้โลหะเป็นสนิม จนสามารถผลิตโลหะที่ไม่เป็นสนิมขึ้นมาได้หลายชนิด และได้คิดประดิษฐ์น้ำมันและสีต่างๆ หลายชนิด ซึ่งเมื่อทาโลหะแล้ว ก็จะกันไม่ให้มันเป็นสนิมได้ นอกจากนั้นก็ได้คิดวิธีอาบน้ำเคลือบ หรือชุบโลหะที่เป็นสนิมได้ง่ายด้วยโลหะหรือสารอนินทรีย์ที่เป็นสนิม เช่น การอาบน้ำเหล็กด้วยดีบุก เป็นต้น วิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยเหลืออย่างสำคัญในการสงวนรักษาโลหะอันมีค่า

การสงวนรักษาเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงที่สำคัญได้แก่ถ่านหิน และถ่านหิน ทรัพยากรธรรมชาติที่เป็นเชื้อเพลิงสะสมพลังงานความร้อนไว้ในตัวมัน การสะสมพลังงานกันเวลานับเป็นล้านปี ถ้าเราใช้เชื้อเพลิงเหล่านี้หมดแล้ว จะไปหาใหม่มาแทนที่มันไม่ได้ จะต้องรอกันเป็นเวลานานกว่าธรรมชาติจะสร้างมันขึ้นมาใหม่ได้ เชื้อเพลิงเป็นทรัพยากรที่สิ้นเปลือง ในการใช้เราจึงควรต้องประหยัดเป็นพิเศษ

การเกิดของน้ำมัน เมื่อหลายล้านปีก่อน ในทะเลลึกสัตว์ต่าง ๆ มาก เมื่อสัตว์เหล่านั้นตาย ซากของมันจะจมลงสู่ท้องทะเล มันจะถูกโคลนถมทับถมรวมไปกับพืชในท้องทะเล โคลนถมจะทับถมมันหนาจนทุกที่ แรงกดดันของสิ่งทับถมมันและแรงกดดันของน้ำ ทำให้น้ำมันกลายเป็นหินตะกอน เมื่อเกิดแผ่นดินไหวภูเขาไฟระเบิด ลาวาจะไหลลงสู่ก้นทะเล กลายเป็นหินอัคนี



น้ำมันจะถูกกักขังอยู่ระหว่างชั้นของหินทับถมอกชนหนึ่ง เหนือชั้นของหินอัคนีนั้น ก็จะมีหินตะกอนทับซ้อนลงไปอีก ของผสมของโคลนถม สารอินทรีย์ที่ถูกทับถมอยู่ใต้หินเป็นล้านๆ ปี จะทำปฏิกิริยากับความร้อน ความกดดัน และสารเคมีอื่นๆ ที่ปนอยู่ด้วย ที่ที่สุดมันจะกลายเป็นน้ำมัน

การสำรวจและขุดหาน้ำมัน ไม่มีใครทราบแน่ชัดว่าพื้นโลกตรงไหนมีน้ำมันโดยไม่ได้ลองขุดดู นักธรณีวิทยาบอกได้แต่เพียงว่า ตรงไหนมีหินซึ่งควรจะม่น้ำมันอยู่ภายใต้ การสำรวจน้ำมัน

จึงเป็นการสำรวจลักษณะและชนิดของหิน เมื่อพบว่าตรงไหนน้ำ
จะมามี้นแล้วเขาก็จะลงขุด

บ่อน้ำมัน หรือแหล่งน้ำมันจะมามี้นอยู่จำกัด เมื่อเอาน้ำมันไปหมดแล้ว ก็จะไม่ม็อก เวลาขุดบ่อน้ำมันเขาจะต้องเจาะหินลงไป ในตอนแรกน้ำมันและก๊าซจะไหลขึ้นมาได้โดยง่าย เพราะความดันข้างล่างสูง แต่ไม่นานนักเมื่อความดันข้างล่างลด มันก็จะหยุดไหลขึ้นมา แต่ข้างล่างก็ยังมามี้นเหลืออยู่มาก

เมื่อน้ำมันไม่ไหลขึ้นมาเอง เขาจึงต้องหาวิธีดันให้น้ำมันที่เหลือขึ้นมาให้ได้ บางทีเขาก็อัดก๊าซลงไป ในบ่อน้ำมันข้างเคียง เพื่อดันให้น้ำมันไหลขึ้นมา บางทีเขาใช้กรดแก่ไปกัดหินให้กร่อนไปจะได้ปล่อยให้น้ำมันไหลได้สะดวก การนำน้ำมันจากบ่อน้ำมันขึ้นมาให้หมด ก็ต้องนับว่าเป็นการสงวนรักษาวุธหนึ่ง

ในสมัยก่อน ไม่ค่อยมีการระมัดระวังเกี่ยวกับการขุดและการใช้น้ำมัน ปรากฏว่าเราเสียน้ำมันไปโดยไร้ประโยชน์ ไม่น้อย ในปัจจุบันเราเริ่มเป็นห่วงว่า ถ้าหากไม่ระมัดระวัง ต่อไปเราจะขาดน้ำมัน ซึ่งเป็นเรื่องเพลิงที่สำคัญ ถ้าปราศจากน้ำมัน เครื่องจักรเครื่องยนต์มากมาย หลายชนิด ก็จะไม่สามารถทำงาน



ได้ การใช้พลังงานอะตอม การสำรวจน้ำมันที่สงวน จังหวัดเชียงใหม่
หมั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและขับเคลื่อนเรือน เป็น การสงวน
ทรัพยากรประเภทเชื้อเพลิง ได้แก่ น้ำมันและถ่านหิน จะได้มีน้ำมัน

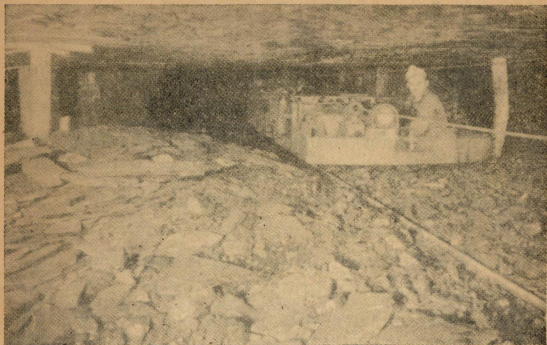
ให้มนุษย์ชนในภายหน้าได้ใช้ต่อไปอีกนาน การใช้พลังงานอะตอม เพื่อสันติจึงนับว่าเป็นประโยชน์ต่อมนุษยชนรุ่นต่อไป

ชนิดของถ่านหิน ถ่านหินที่ใช้กันมีอยู่ 3 ชนิดด้วยกันคือ **ลิกไนต์ (lignite)** **บิทูมินัส (bituminous)** และ **แอนทราไซต์ (anthracite)** แต่ละชนิดมีความแข็ง อายุ และสภาพของการเกิดแตกต่างกัน

ลิกไนต์ถูกบดอัดด้วยความกดดันต่ำ มันยังมีเนื้อไม้ปนอยู่บ้าง และจะชน พลังงานที่มันสะสมไว้ก็น้อยกว่าบิทูมินัส และ แอนทราไซต์ ในประเทศที่มีถ่านหิน เขาใช้ลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง ในโรงไฟฟ้า และใช้จุดไฟให้ความร้อนภายในบ้าน และเป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม ประเทศไทยเริ่มถ่านหินลิกไนต์ที่แม่เมาะ จังหวัดลำปาง และได้ใช้ถ่านหินลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้า นอกจากนี้ยังมีถ่านหินลิกไนต์ที่จังหวัดอื่น ๆ อีก เช่นที่จังหวัดกระบี่ รัฐบาลก็กำลังวางโครงการที่จะขุดขึ้นมาใช้ให้เป็นประโยชน์

สำหรับถ่านหินลิกไนต์ที่แม่เมาะนั้น นักวิทยาศาสตร์ประมาณว่า เริ่มเกิดจากพืชนับเป็นเวลาประมาณ 4 ล้านปี และถ้าจะให้รอให้กลายเป็นถ่านหินชนิดใด ๆ ขึ้นไป ก็อาจต้องกินเวลาอีกนับล้านปี รัฐบาลสร้างโรงไฟฟ้าขนาดย่อมขึ้นข้างบ่อลิกไนต์นี้ สำหรับส่งไฟฟ้าไปใช้ในการสร้างเขื่อนภูมิพล และใช้ในจังหวัดลำปาง ลำพูน และเชียงใหม่ แต่เมื่อใดโครงการเขื่อนภูมิพลเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะใช้กำลังไฟฟ้าจากโรงงานสำหรับดามลัดใกล้เคียงและโรงงานทำปุ๋ยเท่านั้น

บิทูมินัส เป็นเชื้อเพลิงที่ดี มันให้ความร้อนมากกว่าลิกไนต์จึงใช้ในโรงไฟฟ้าและโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ มาก เช่นในโรงงานถลุงและหล่อเหล็ก



การขุดถ่านหินในต่างประเทศ

แอนทราไซต์ เป็นเชื้อเพลิงที่ดีที่สุดในพวกถ่านหินด้วยกัน มันมีอายุมากกว่าและแข็งกว่าถ่านหินอย่างอื่น แต่ราคาแพง เวลาถูกไฟไหม้ให้ความร้อนสูงและมีเขม่าน้อย

ถ่านหิน เป็นเชื้อเพลิงให้พลังงาน ความร้อน เหมือนกับ น้ำมัน จำนวนถ่านหินที่ถูกสะสมอยู่ในพื้นโลกยังมีเป็นจำนวนมาก แต่เขาเริ่มรู้สึกว่าการใช้ และการขุดถ่านหิน ควรจะระมัดระวัง ไม่ฟุ่มเฟือยทั้งข้าง พยายามสงวนรักษามันไว้เพื่อกันความขาดแคลนในอนาคต

แบบฝึกหัดบทที่ 21

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. โลหะเป็นทรัพยากรธรรมชาติประเภทไหน ? และมีความสำคัญอย่างไร ?
2. เราสงวนรักษาโลหะได้อย่างไรบ้าง ?
3. เพราะเหตุใด น้ำมัน และถ่านหิน จึงให้พลังงานความร้อนเมื่อถูกไหม้ ?
4. น้ำมันเกิดขึ้นได้อย่างไร ?
5. ถ่านหินเกิดขึ้นได้อย่างไร ?
6. ถ่านหินมีกี่ชนิด ? อะไรบ้าง ?
7. ถ่านหินแต่ละชนิดแตกต่างกันอย่างไร ? และใช้ทำประโยชน์ต่างกันอย่างไรบ้าง ?
8. การสงวนรักษาน้ำมันและถ่านหินทำได้อย่างไรบ้าง ?

๘ บทที่ 22

การสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติ (ต่อ)

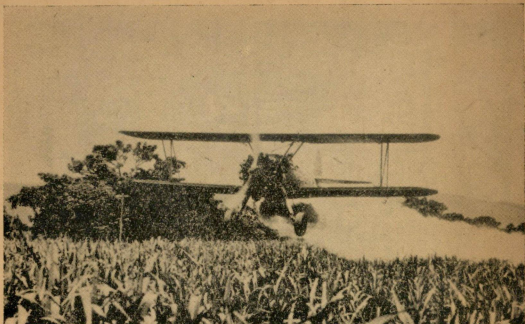
การสงวนรักษาป่าไม้

เมื่อไม่นานมานี้เอง บ้านเมืองเรายังมีป่าไม้อยู่มาก ในปัจจุบันป่าไม้ของเราค่อยหายไปมากแล้ว และในขณะเดียวความต้องการใช้ไม้เพื่อการก่อสร้าง ปลุกบ้านเรือนก็ทวีมากขึ้น นอกจากการก่อสร้างแล้ว เราได้อาศัยต้นไม้ไปทำประโยชน์อย่างอื่น เช่น กระดาษที่เราเขียน เสื้อผ้าที่เราใช้ เป็นผลิตภัณฑ์ที่เราได้จากไม้ ป่าไม้มีประโยชน์มากในธรรมชาติ พืชดินอุดมของป่าไม้สามารถดูดอน้ำจากน้ำฝนได้มาก รากไม้จะยึดดินเข้าด้วยกัน หากฝนจะพัดพาไป โดยเหตุนี้ป่าไม้จึงช่วยป้องกันไม่ให้หน้าท่วม และไม่ให้ดินถูกพัดพาไปได้ง่าย นอกจากนั้นป่าไม้ยังปกคลุมให้ความร่มเย็น และเป็นอาหารแก่สัตว์ป่าอีกด้วย ป่าไม้จึงนับว่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญอย่างหนึ่ง

ในการถากถางป่า โคนต้นไม้ นอกจากจะเป็นการทำให้จำนวนต้นไม้ลดลงแล้ว เรายังทำอันตรายแก่ดิน น้ำ และสัตว์ป่าด้วย ศัตรูสำคัญของต้นไม้ได้แก่ไฟ แมลง และเชื้อโรค

ศัตรูของต้นไม้

แมลงเป็นศัตรูของต้นไม้ เป็นต้นว่าตัวด้วงชอบทำอันตรายต้นมะพร้าว รบบางชนิดเป็นอันตรายแก่ต้นไม้ ในการกำจัดศัตรูของต้นไม้ เขามักจะฉีดหรือโปรยยา บางทีเขาปล่อยตัวแมลงที่ไม่เป็นอันตรายแก่ต้นไม้ แต่กินแมลงที่เป็นอันตรายแก่ต้นไม้



ใช้เครื่องบินโปรยยาฆ่าแมลงในไร่อ้อย

ให้คอยกำจัดแมลงเหล่านี้ บางครั้งเขาบำรุงพันธุ์ต้นไม้ใหม่กำลัง
ต่อต้านกับเชื้อโรคได้

ไฟเป็นศัตรูสำคัญของต้นไม้

ไฟเป็นศัตรูที่สำคัญของป่าไม้ เมื่ออากาศแห้งแล้งและลม
พัดจัด ต้นไม้แห้งจะเสียดสีกันจนลุกเป็นไฟ พายุ และก้นบึ้ง
และประกายไฟจากกองไฟ จะทำให้เกิดไฟไหม้ป่าได้ นอกจาก
ไฟจะทำให้ต้นไม้ไหม้จนเหลือแต่ตอแล้ว มันยังทำให้สัตว์ที่อาศัย
อยู่ในป่าต้องล้มตาย และปราศจากที่อยู่อาศัย

ในการระวังป้องกันไฟไหม้ป่า เขามักทำหอคอยไว้ให้คนอยู่
ยาม เมื่อคนยามเห็นควันขึ้นก็จะรายงานให้หน่วยดับเพลิงทราบ
จะได้ทำการดับเสียทันก่อนที่จะลุกลามใหญ่โต การควบคุมป้องกัน
ไฟไหม้ป่าอีกวิธีหนึ่ง คือเมื่อปลูกต้นไม้ เขาจะเว้นช่องระหว่าง



ไฟไหม้ป่า ทำให้ได้รับความ
เสียหายมาก

แถวหนึ่งไปยังอีกแถวหนึ่งไว้ห่างๆ เป็นการป้องกันไฟไม่ให้
ลามจากแถวหนึ่งไปยังอีกแถวหนึ่ง ช่องที่เว้นไว้นี้ยังเป็นประโยชน์
ให้รถดับเพลิงเข้าไปได้ นอกจากการป้องกันดังกล่าวแล้ว ทุกคน
ควรช่วยกันระมัดระวังอย่าทิ้งก้นบุหรี่หรือก้นไม้ขีด ที่ยังติด อยู่โดยไม่ได้
ทำการดับมันเสียก่อน ถ้าสู่มกของไฟอยู่ใกล้ๆ ป่า ก็ควรระวัง
อย่าให้ประกายไฟลอยไปได้ และเมื่อจะไปจากที่นั้นก็ควรจะดับ
กองไฟเสียก่อน

การตัดไม้ที่ยังโตไม่ได้ขนาด ก็นับว่าเป็นการฟุ่มเฟือยทำลาย
อย่างหนึ่ง รัฐบาลได้ออกกฎหมายระบุขนาดของต้นไม้ที่จะทำการ
ตัดโค่นได้เอาไว้ เพื่อเป็นการสงวนรักษาป่า

การสงวนรักษาสัตว์

มนุษย์ได้อาศัยสัตว์เลี้ยง โดยใช้นมเป็นอาหาร ใช้แรงสัตว์สำหรับทำไร่ไถนา บรรทุก และลากสัมภาระ ได้อาศัยหนังสัตว์มาทำเป็นรองเท้า สัตว์บางชนิดก็ใช้เป็นพาหนะสำหรับการคมนาคม ใช้เฝ้าบ้าน ใช้จับสัตว์อื่น เป็นต้น

สัตว์อื่นซึ่งไม่ใช่สัตว์เลี้ยงก็มีประโยชน์ เช่น นกบางพวกจะกินแมลงซึ่งเป็นศัตรูของพืช นกจะช่วยผสมพันธุ์ของเกสรดอกไม้

การจับปลานั้นว่าเป็นอุตสาหกรรมสำคัญอย่างหนึ่ง การตกปลาในบางประเทศ เขาถือว่าเป็นกีฬาชนิดหนึ่ง เราได้นมปลาเป็นอาหาร ไขปลาวาฬทำเทียนไข และน้ำมันตับปลา ทำวิตามิน

ในการสงวนรักษาสัตว์ เราต้องคอยเลี้ยงดูหาอาหาร ให้สัตว์เลี้ยง คอยระวังรักษากำจัดศัตรูของมัน และคอยดูแลอย่าให้มันเป็นโรค นอกจากนั้นยังต้องพยายามบำรุงพันธุ์ หาวชิผสมพันธุ์ให้สัตว์ของเรามีพันธุ์ดีขึ้น เป็นต้นว่า บำรุงพันธุ์ หมู และบำรุงพันธุ์ ปลา นอกจากนั้นต้องไม่จับสัตว์ขนาดเล็ก หรือสัตว์ที่กำลังท้องมาทำเป็นอาหาร รัฐบาลได้ออกกฎหมายห้ามจับปลาเล็กกว่าขนาดที่กำหนดไว้ และห้ามจับปลาในฤดูที่มันวางไข่

การสงวนรักษาสัตว์ป่า

เมื่อป่าไม้ร่อยหรอลงไป สัตว์ป่าก็จะลดน้อยลงไปด้วย นอกจากนั้นคนยังเข้าไปยิงสัตว์ป่าเอาเนื้อมาเป็นอาหาร หนังและเขามาทำเครื่องนุ่งห่มและเครื่องใช้ต่างๆ นับวันสัตว์ป่าจะสูญพันธุ์ไป ในการสงวนรักษาสัตว์ป่า จึงควรต้องมีกฎหมายว่าด้วยการล่าและจับสัตว์ป่า การปลูกต้นไม้สงวนรักษาป่าและการจัดตั้งสถานสงวนสัตว์ป่า

สมดุลยธรรมชาติ

บางคนคงจะทราบว่าตะโขงกินเต่า เต่ากินไข่ปลา และมนุษย์กินปลา ถ้ามีตะโขงมาก มันก็ช่วยกำจัดเต่า ไข่ปลาก็จะมีโอกาสกลายเป็นปลา ทำให้มนุษย์มีอาหารอุดมสมบูรณ์ ถ้าเราฆ่าตะโขงเอาหนึ่งมาทำกระเป๋าสืบหมดแล้ว ไข่ปลาก็จะไม่มีโอกาสกลายเป็นปลาได้มาก อาหารปลาของมนุษย์ก็จะขาดแคลน การที่จำนวนตะโขง เต่า และปลา มีจำนวนพอเหมาะกัน ไม่มีอย่างใดอย่างหนึ่งมากเกินไปหรือน้อยเกินไป ทำให้ทุกอย่างหนึ่งขาดแคลนหรือสูญพันธุ์ไป เราเรียกว่า **สมดุลยธรรมชาติ**

นับตั้งแต่เริ่มไหลจากผืนดินลงสู่ทะเล พัดพาเอาดินไปกับมันด้วย ธรรมชาติก็เริ่มดำเนินการรักษาทรัพยากรของมันเอง โลกเริ่มมีต้นไม้ รากไม้และต้นไม้จะกั้นน้ำไม่ให้พัดพาดินไปสะดวก และไม่ให้น้ำไหลแรง ใบไม้และกิ่งไม้ก็ช่วยผ่อนกำลังลมให้อ่อนลง ทำให้ผืนที่ลมหอบเอามา ทับถมลงบนผืนดิน เขาและหุบเขาจะเป็นกำแพงกั้นลมและกั้นน้ำไม่ให้พัดดินลงไปสู่ทะเล

เมื่อพืชเติบโต มันจะแย่งอาหารจากพืชนานที่อยู่ใกล้ๆ ทำให้พืชนั้นเน่าหรือตายไป การแย่งอาหารระหว่างพืชนานที่อยู่ระหว่างพืชนานที่อยู่ใกล้ๆ กัน มันจึงได้สมดุลกัน มักไม่มีพืชนานใดต้องแพ่งตาย สามารถดำรงพันธุ์ของมันต่อไปได้ การเป็นศัตรูซึ่งกันและกันของสัตว์จะช่วยให้จำนวนสัตว์ได้สมดุลกันทั้งพืชและสัตว์ก็ต้องอาศัยซึ่งกันและกัน สัตว์กินพืชเป็นอาหาร แต่พืชอาศัยนกและแมลงช่วยในการผสมเกสรเพื่อทำการแพร่พันธุ์ การพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันระหว่างสิ่งมีชีวิตทั้งหลายนี้ คือ **สมดุลยธรรมชาติ**

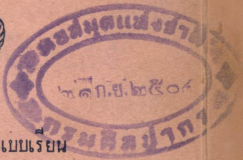
มนุษย์มักจะเป็นผู้ทำลายสมดุลยธรรมชาติ การหักล้างทางพวงจนหมดสิ้น ก็เป็นการทำลายทั้งพืชและอาหารของสัตว์ ทำให้จำนวนสัตว์ต้องลดน้อยลง อาหารของเรา ก็จะขาดแคลนตามไปด้วย ในการสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติทั้งหลาย เราต้องระวังพยายามรักษาสมดุลยธรรมชาติเอาไว้

แบบฝึกหัดบทที่ 22

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. บ้าไม้มีความสำคัญอย่างไร ?
2. ศัตรูสำคัญของบ้าไม้มีอะไรบ้าง ?
3. เรามีวิธีสงวนรักษาบ้าไม้อย่างไรบ้าง ?
4. สัตว์มีประโยชน์อะไรบ้าง ?
5. เราควรสงวนรักษาสัตว์อะไรบ้าง ?
6. ทำไม จึงต้องสงวนรักษาสัตว์ป่า ?
7. สมดุลย์ธรรมชาติหมายความว่าอย่างไร ? จงยกตัวอย่าง
8. เพราะเหตุไร จึงต้องช่วยกันรักษาสมดุลย์ธรรมชาติ ?





ใบอนุญาตให้ใช้แบบเรียน

ฉบับที่ ๓๐/๒๕๐๔

วันที่ ๔ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๐๔

หนังสือ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑

ของ นายบุญถิ่น อัตถากร และ นายประยงค์ พงษ์ทองเจริญ

พิมพ์ครั้งที่ ๒ จำนวน ๑๐,๐๐๐ ฉบับ ใน พ.ศ. ๒๕๐๔

เจ้าหน้าที่ได้ตรวจแล้ว อนุญาตให้ใช้ในโรงเรียนได้

ปลัดกระทรวงศึกษาธิการ

(ใช้บังคับเฉพาะในการพิมพ์ครั้งแรกเท่านั้น และห้ามมิให้นำใบอนุญาตนี้ไปสลับกับหนังสืออื่นที่ไม่ได้รับอนุญาตเป็นอันขาด)