

วิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น

เล่ม ๑

สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑

ตามหลักสูตรกระทรวงธรรมการ

ฉบับปรับปรุงพิทยบรรณสถาน กับ นายเอนก บุญฤทธิ พ.ม.

เรียบเรียง

พิมพ์ครั้งที่สาม ๕,๐๐๐ ฉบับ

พ.ศ. ๒๔๘๔

ราคา ๖๐ สตางค์

507

๑343๗

สงวนลิขสิทธิ์

จงอินทร์ สะพานเหลือง พระนคร

ผู้จัดการพิมพ์จำหน่าย

530

วิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น

เล่ม ๑

สำหรับชั้นมัธยมปีที่ ๑

ตามหลักสูตรกระทรวงธรรมการ

ชนจำนงพิทยประสาธ กับ นายเอนก บุญภักดิ์ พ.ม.



พิมพ์ครั้งที่สาม ๕๐๐๐ ฉบับ

พ. ศ. ๒๔๘๔

ราคา ๒๐ สตางค์

สงวนลิขสิทธิ์

จงจินต์ สะพานเหลือง พระนคร

ผู้จัดการพิมพ์จำหน่าย



เลขห้อง 2/1

เลขหมู่ 507
P3432

เลขทะเบียน

สารบัญ

คำนำพิมพ์ครั้งที่สอง	หน้า ก
คำนำพิมพ์ครั้งแรก	„ ง
บทที่ ๑ สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา	„ ๑
„ ๒ การแบ่งสิ่งที่อยู่รอบตัวเรา	„ ๘
„ ๓ การจำแนกพวกย่อย	„ ๑๗
„ ๔ ส่วนประกอบของโลก	„ ๓๕
„ ๕ ดวงอาทิตย์และดวงดาว	„ ๑๕๑
„ ๖ กำเนิดของโลก	„ ๒๑๓
„ ๗ โลกกลม	„ ๑๖๖
„ ๘ การเคลื่อนไหวของโลก	„ ๓๕
„ ๙ ดวงจันทร์	„ ๔๒
„ ๑๐ ความสำคัญของคุณสมบัติ	„ ๔๑
„ ๑๑ ความรู้เกี่ยวกับหนาว	„ ๕๗
„ ๑๒ ความร้อน	„ ๖๒
„ ๑๓ การเปลี่ยนแปลง	„ ๖๗
„ ๑๔ การระเหิด	„ ๗๒
„ ๑๕ ความความ	„ ๗๖
„ ๑๖ การเงา	„ ๘๓
„ ๑๘ การกาดชนจากลมอากาศ	„ ๘๘
„ ไม่วากศ์ไม่วาคุแท้	„ ๘๕

(๒)

บทที่ ๑๘	ส่วนผสมของอากาศ	๑๘
๑๑ ๒๐	สมบัติของไนโตรเจนและออกซิเจน	๑๑ ๑๐๔
๑๑ ๒๑	กบ	๑๑ ๑๐๕
๑๑ ๒๒	ไอน้ำ	๑๑ ๑๑๕

ภาคปฏิบัติ

๑๑ ๒๓	สมบัติทำงาน	๑๑ ๑๒๓
๑๑ ๒๔	ทัศนียม	๑๑ ๑๒๕
๑๑ ๒๕	การวัดความยาว	๑๑ ๑๓๓
๑๑ ๒๖	รายเฉลี่ย	๑๑ ๑๓๗
๑๑ ๒๗	วัตถุที่เคลื่อนที่ของรูปกะบอก	๑๑ ๑๔๒
๑๑ ๒๘	วงเวียน วงกลม และ รัศมี	๑๑ ๑๔๘
๑๑ ๒๙	เทียบเส้นรอบวงโดยการวัดและกฎ	๑๑ ๑๕๓
๑๑ ๓๐	วิธีใช้วงเวียนแบ่งครึ่งเส้นตรง	๑๑ ๑๕๕
๑๑ ๓๑	เส้นขนาน	๑๑ ๑๕๗
๑๑ ๓๒	การวัดมุม	๑๑ ๑๖๓
๑๑ ๓๓	แปดเหลี่ยม และ ไดอาแกรม	๑๑ ๑๖๘
๑๑ ๓๔	การหาพื้นที่	๑๑ ๑๗๔
๑๑ ๓๕	พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน	๑๑ ๑๗๓
๑๑ ๓๖	พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม	๑๑ ๑๗๔
๑๑ ๓๗	พื้นที่วงกลม	๑๑ ๑๗๘
๑๑ ๓๘	การหาปริมาตร	๑๑ ๑๘๒
๑๑ ๓๙	การวัดเวลาและความเร็ว	๑๑ ๒๐๓

คำนำพิมพ์ครั้งที่ ๒

หนังสือ 'วิทยาคำศัพท์มัธยมตอนต้น' ชุดนี้ได้จัดพิมพ์ขึ้น
เป็นครั้งที่ ๒ การพิมพ์ครั้งนี้ผู้เรียบเรียงได้แก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ
เท่าที่ได้อรรถาธิบาย และได้รับคำติเตียนจากท่านผู้หวังดีหลายท่าน
กับทั้งได้จัดแบ่งข้อความออกเป็นบท ๆ มีดังต่อไปนี้ และแบบ
ฝึกหัดท้ายบททุกบท เหมาะสำหรับเป็นบทเรียนรายวัน ดังนั้น
หนังสือซึ่งพิมพ์ครั้งนี้ขอได้เปลี่ยนแปลงรูปร่างใหม่ทีเดียว.

การที่ผู้เรียบเรียงได้แก้ไขเพิ่มเติมและจัดรูปร่างใหม่นี้ก็เพราะ
ต้องการให้หนังสือวิทยาคำศัพท์ชุดนี้ 'เฉียบ' กับหนังสือวิทยาคำศัพท์
มัธยมปลาย ชุดมาตรฐานของกระทรวง เพื่อว่าเมื่อนักเรียนได้
เรียนวิทยาคำศัพท์มัธยมตอนต้นจบแล้ว จะได้เรียนวิทยาคำศัพท์
มัธยมปลายของกระทรวงได้ติดต่อกัน ผู้เรียบเรียงได้ตั้งใจไว้ว่าจะไม่
เปลี่ยนระเบียบการจัดรูปหนังสือใหม่อีกในโอกาสที่จะพิมพ์ครั้งต่อไป.

หนังสือชุดนี้เมื่อพิมพ์ครั้งแรกเรียบร้อยแล้ว มีท่านผู้ใหญ่ใน
กระทรวงธรรมการ บาง ท่านได้แนะนำให้ขอ อนุญาตใช้เป็นบทเรียน
ความจริงครั้งแรกผู้เรียบเรียงก็ได้ตั้งใจไว้ดังนั้นเหมือนกัน แต่เมื่อได้
มาพบข้อผิดพลาดและได้เห็นรูปร่างของหนังสือวิทยาคำศัพท์มัธยมตอน
ปลายของกระทรวงธรรมการ ซึ่งขณะนั้นถือเป็นมาตรฐานแล้วโดย
เต็มความตั้งใจ แต่เพื่อน ๆ หลายคนและท่านผู้ใหญ่มากมายท่านคอย

กระตุ้นให้กำลังใจอยู่เสมอ ผู้เรียบเรียงจึงได้ลงมือจับงานชิ้นนั้น
มาปรับปรุงใหม่ และคอยตรวจจุดผลของการพิมพ์ครั้งแรก.

ความจริง หนังสือชุดนี้ที่ตีพิมพ์ขึ้นเป็นครั้งแรกนั้น จำเจต่ำ
มาก คือหลุดจากทัศนคติของหนังสือเรียนแต่ละเล่มมั่วปนกัน กับ
ทั้งราคาค่อนข้างสูง แต่เนื่องจากคุณภาพของหนังสือดี จึงปรากฏว่า
ได้มีผู้นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย จนถึงกับ โรงเรียนทางไปรษณียบ
โรงเรียนใช้แบบตัวอย่างบทเรียนเลยทีเดียว และได้จำหน่ายหนังสือหมด
ในระยะเวลาที่นานพอใจ นับเป็นเหตุผลประการหนึ่งซึ่งทำให้ผู้เรียบ
เรียงมีความพยายามที่จะปรับปรุงใหม่.

ความประสงค์ของผู้เรียบเรียงในครั้งนั้น คงเป็นเช่นเดียวกับ ครั้ง
แรก คือต้องการให้นักเรียนเรียนแบบ อ่านหนังสือเป็น และเรียนตาม
วิธีที่เป็นไปตามธรรมชาติ คือหัดสังเกตพิจารณาเหตุผลของสิ่งต่าง ๆ
ที่รอบ ๆ ตัวของเรา ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้อ่านหนังสือจนจบไปบท
หนึ่ง ๆ แล้ว และได้ความรู้อะไรไปแม้แค่เพียงเล็กน้อย ผู้เรียบเรียงก็
รู้สึกพอใจเป็นอย่างยิ่ง.

หนังสือจะเรียกว่า 'ตำรา' ไม่ได้ เพราะยังมีสิ่งทับทรวงอยู่
ซึ่งผู้เรียบเรียงยังไม่ได้พบ และยังไม่ได้รับคำปรึกษาจากท่านผู้กรุณา
ชี้แจงมาอีก จึงขอให้เป็นเพียง 'หัตถ์' สำหรับแนะนำท่านผู้ให้
ไปตามแนวของประมวลการศึกษาของกระทรวงธรรมการเท่านั้น ดังนั้น
ถ้าหากหนังสือชุดนี้ มีข้อผิดพลาดประการใด ก็ขอใหท่านผู้พบได้กรุณา

แนะนำคัดลอกเพื่อจะได้แก้ไขให้ถูกต้องเป็นประโยชน์แก่ชุมชนของชาติ
ในโอกาสต่อไป.

สิ่งที่ผู้เรียบเรียงได้แก้ไขและเพิ่มเติมใหม่ในการพิมพ์คราวนี้ คือ

๑. เพิ่มเรื่องทัศนียภาพในภาคปฏิบัติ ของ ชนม์ชัยมัท ๓ เพื่อ
ความสะดวกรู้แก่คนครูผู้สอนและนักเรียนผู้ใช้ เพราะเรื่อง 'ทัศนียภาพ' ไม่
มีในหลักสูตรของชนม์ชัยมัท ๓ ในวิชาคำนวณ.

๒. เพิ่ม เรื่องความรู้เบื้องต้นในวิชาพฤกษศาสตร์ ในชนม์ชัยม
มัท ๓ ความประสงค์ ในการเพิ่มเรื่องนี้เพื่อช่วยให้เด็กได้คุ้นกับวิชา
นี้เสียบ้างก่อนที่จะได้พบในชนม์ชัยมัทปลาย.

๓. สดับบทเรียนในภาคปฏิบัติของทุกชั้น เพื่อให้นักเรียนได้
พบความยากง่ายตามชั้นและอายุของตน ข้อพิสดารกฎในการหาพื้นที่
ของรูปเหลี่ยมอย่างยากได้ยกไปไว้ในชนม์ชัยมัท ๓ หหมด แต่แก้ไข
ต้องการให้เด็กวิจรูพิสดารตลอด เพราะรู้สึกว่าจะอาจยากสำหรับเด็กใน
วัยนั้น แต่ทำมาลงไว้ก็เพื่อจะให้เด็กได้ทราบที่มาของกฎ คือให้เข้าใจ
ว่า 'กฎ' มิได้ตั้งขึ้นด้อยๆ ต้องตั้งมาจากความจริงและเหตุผล.

สิ่งที่ได้เพิ่มเติมและแก้ไขเปลี่ยนแปลงใหม่นี้ เชื่อว่าคงจะได้ทำ
ประโยชน์ให้กับคุณครูและนักเรียนผู้ที่ใช้หนังสือชุดนี้.

เอนก บุญภักดี

๑๒/๒/๖๓

๕ คำนำครั้งแรก

หนังสือ 'วิทยาศาสตร์สมัยก่อนต้น' นั้นแบ่งออกเป็น ๓ เล่ม
เล่มแรก คือสำหรับชั้นมัธยมบท ๓, ๒ และ ๓ ตามหลักสูตรใหม่
ของกระทรวงธรรมการ การเรียบเรียงหนังสือชุดนี้ ผู้เรียบเรียงรู้สึก
หนักใจเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพราะหนังสือชุดนี้เป็นหนังสือสำหรับเด็ก
ที่อยู่ในวัยเฉลี่ย ๑๐-๑๓ ปี การถ่ายทอดคำพูดให้เป็นภาษาหนังสือจน
เด็กขนาดนั้นเข้าใจนั้นไม่ใช่ของง่าย และทั้งหลักสูตรของกระทรวง
ก็จัดตั้งขึ้นโดยจัดตั้งขึ้นก่อนจะมีหนังสือให้เด็กเรียน ความเข้าใจใน
หัวข้อตามประมวลการศึกษาศาสตร์ของกระทรวงแตกต่างออกไปเป็นหลายทาง
ความลำบากเช่นนี้ผู้เรียบเรียงรู้สึกชวยมาก และคิดว่ามีแต่ผู้เรียบ
เรียงหนังสือชุดนี้เท่านั้น ถึงแม้คนละคน ๆ ที่ทำการสอนวิทยาศาสตร์
ตอนต้นก็คงเป็นเช่นเดียวกัน.

หนังสือผู้เรียบเรียงมีความมุ่งหมายอยู่ดังนี้.

๑. ต้องการให้เด็กได้พิจารณาจับความจริงของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่
รอบ ๆ ตัวด้วยตนเอง.

๒. ต้องการให้เด็กได้เห็นการทดลองจริง และถ้ามีโอกาสให้
ได้ทำการทดลองด้วย.

๓. ต้องการให้เด็กรู้จักชื่ออ่านหนังสือเป็นและเรียนเป็น.

หนังสือชุดนี้เรียบเรียงโดยใช้วิธีของอุปมาและอุปนัย เพราะ

การที่จะใช้วิธีสอนแต่อย่างใดอย่างหนึ่งนั้น คงได้ผลไม่สัมบูรณ์ประการใด
และคอนทายของบทหนึ่ง ๆ ไม่ถึงจะจบความ เพราะเห็นว่าเด็กสบาย
เกินไป ถ้ามีสิ่งจบความเสียแล้ว เด็กจะไม่ตั้งใจชอบกับข้อความ
ในบทนั้นเลย แทนที่จะมีสิ่งจบความคอนทายบทของหนังสือจนกว่า
ถามทวนความที่ได้อ่านมาแล้ว คุณครูผู้ให้หนังสือควรให้เด็กอ่าน
ความในบทหนึ่งจนตลอด แล้วช่วยแนะนำข้อความที่ยากแก่ความเข้าใจ
ของเด็กจนหมดความสงสัย แล้วให้ทำแบบฝึกหัดท้ายบทซึ่งเท่าเทียมกับ
การให้เด็กได้เกิดความคิดด้วยตนเอง.

ในภาค ปฏิบัติ ผู้เรียบเรียงรู้สึกหนักใจกว่าตอนใด ๆ ทั้งหมด
เพราะหลักสูตรครุศึกษาศาสตร์กับวิทยาสาสตร์หาตรงกันไม่ ผู้เรียบเรียง
ก็บังเอิญไม่ได้คิดหลักสูตรครุศึกษาศาสตร์เสียก่อน เมื่อมาเห็นเขาจึงเห็น
ว่าในเรื่องทัศนียมชนมขยมบท ๓ ยังไม่ได้มีเรียนกัน ฉะนั้นคุณครูผู้
สอนวิทยาสาสตร์ในชั้นจึงควร ต้องลำบากสำหรับสอนการบอก ตอบ
คุณ หรือ ทัศนียมให้เด็กเสียก่อน จะได้สะดวกเมื่อเรากล่าวถึงมาตรา
เมตริก.

หนังสือ วิทยาสาสตร์มัธยมตอนต้น ชุดนี้ ผู้เรียบเรียงได้
พยายามเรียบเรียงโดยคำนึงถึงเด็กเป็นส่วนใหญ่ หลักเกณฑ์และข้อ
ขยายความตามประมวลการศึกษาขั้นต้นต้องตรงตามหลักสูตรใหม่
ที่สุด แต่ทว่าหนังสือชุดนี้จะไม่สมบูรณ์ และขอทวงคิดเสียเลย
ทีเดียว ผู้เรียบเรียงจึงขอภัยล่วงหน้าสำหรับคำผิด และขอพระคุณ

เป็นอย่างยิ่ง ถ้าผู้หนึ่งผู้ใดตั้งคำตกเตือนขอผิดไปให้ เพื่อจักได้
จัดการแก้ไขในโอกาสต่อไป.

ผู้เรียบเรียงได้รับคำแนะนำและความเข้าใจเป็นอย่างดี จากคุณ
หลวงกรวิทย์โยพร หัวหน้ากองตำรา กรมวิชาการ ซึ่งจะเว้นการ
ขอบคุณเสียมิได้เลย นอกจากนั้นการเขียนนี้ยังต้องอาศัยตำรา และ
หนังสือทั้งไทยและต่างประเทศอีกหลายสิบเล่มสำหรับค้นคว้า ผู้เรียบ
เรียงขอแสดงความขอบคุณท่านเจ้าของโฉนดที่ดินด้วย.

จำนงพิทยประสาธ

เอนก บุญภักดี

สวนกุหลาบวิทยาลัย

สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา

สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา เมื่อเราหันดูสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเรา เรา
อาจคิดแต่เพียงเห็น ๆ ว่ามันไม่เห็นจะน่าแปลกตรงไหน เราเคยเห็นเคย เรา
พบอยู่ทุกเมื่อเชียว บ้านก็เป็นบ้าน รถก็เป็นรถ ต้นไม้ก็เป็นต้นไม้ตา เรา
อยู่นั่นเอง แต่บรรดาสิ่งที่เราเห็นว่าไม่แปลกกันแหล่ะมีเรื่องราวทักตาเราใจ อ้าใจ
ได้ นึกคิด นึกดู อยู่ไม่ใช่ขยทเดียว

ตั้งมคิดว่าเราอยากมีต้นไม้สวย ๆ เราจะทำอย่างไร ? คำตอบ คำ
ก็คือ เราปลูกต้นไม้ชนิดนั้นขึ้น ถ้าเราอยากมีบ้านงาม ๆ เด่า ? ๆ เด่า
เราก็ต้องปลูกบ้าน หรือสร้างบ้านขึ้นเช่นกัน คราวนี้เราต้องถามตัวเรา ถามตัว
เองดีหรือว่าต้นไม้กับบ้านต่างกันอย่างไร ? ในขั้นแรกเราคงให้คำตอบมาให้คำ
ลำบาก แต่ถ้าคิดเสียหน่อย คงได้คำตอบคร่าว ๆ ในขั้นต้นว่า ต้นหนว่า
ไม่ว่าเราปลูกมันแล้วมันเจริญเติบโตขึ้นได้ ส่วนบ้านมีขนาดเท่าใดก็ขนาดเท่า
คงมีขนาดอยู่เท่านั้นไม่เติบโตขึ้น ต้องสังเกตต้นต้น หรือ ต้นหมากไม้มาให้
ปลูกไว้ไม่กี่ปีก็สูงจนพินหลังคาบ้าน เรียน

นี่เป็นเพียงตัวอย่างข้อเปรียบเทียบในขั้นแรก ที่จะนำ ให้มีความเฉลียว
คิดไปถึงสิ่งต่าง ๆ ซึ่งอยู่รอบ ๆ ตัวเราว่ามีเปลี่ยนแปลง นึก นึก เรียน เพียน
ไว้ การคิดและการสังเกตเป็นสิ่งสำคัญที่สุด เราจะต้องหัดคิดจับเหตุเกิดจับ
ของสิ่งต่าง ๆ หัดสังเกตจนจับหลักความจริงได้ เช่น เห็นรถยนต์วิ่ง ถนนฝน



มนุษย์ สัตว์ ต้นไม้ รถยนต์ เหล่านี้ต่างกันอย่างไร ? รูปที่ ๑

ควรจะต้องปัญหาถามคนเขาว่า ทำไมรถยนต์จึงวิ่งไปได้ ? มันวิ่งไป
ได้ด้วยอะไร ? ทำไมมันจึงหยุดได้ ? มันต่างกับสิ่งที่เราเคยเห็นเช่น
เกวียนมาแต่อย่างไรม้าง ? ข้อใดที่สงสัย หรือ ตอบไม่ได้ก็พยายาม
สืบสวนไต่ถามจากผู้

ความเชื่อ พวกเราโดยมากมักเชื่อคำพูด คำบอกเล่า ของ
 ผู้อื่นไปเสียทุกอย่าง โดยมีได้คำนึงถึงเหตุผลว่า จะเป็นจริงไปได้หรือไม่
 ความเชื่อในสิ่งมหัศจรรย์แปลกประหลาดต่างๆ ผั่งติดในจิตใจเสียจน
 แน่น เช่นในสมัยก่อนเราเชื่อกันว่าโลกแบน และพื้นล่างของโลกมีปลา
 อานนท์หนุนอยู่ เมื่อปลาตัวหนึ่งพลิก หรือกระดกกระดิกตัวก็จะทำให้เกิดแผ่นดิน
 ดินไหว ความเชื่อเช่นนั้นมียุคในคนทุกชาติทุกภาษา ไม่ใช่แต่พวกเรา
 แม้ฝรั่งเองก็เคยมีความเชื่อเช่นนั้นด้วยกัน สมัยก่อนพวกฝรั่งพากันเชื่อ
 ว่าถมนในเบื้องหน้าด้วยทองหนาทึบฟุ้ง อะไรๆ ก็ทำด้วยทองทั้งนั้น
 หรือเชื่อกันว่า ถ้าแผ่นดินขยับออกจากฝั่งมากเกินไปจะตกจากพื้นโลก
 เด็กๆ โดยมากกลัวภูตผีปิศาจ เพราะผู้ใหญ่เล่าให้ฟังว่าน่ากลัวอย่าง
 นั้นอย่างนี้ ซึ่งล้วนแต่ความไม่จริงทั้งนั้น การที่เราเชื่อกเพราะเรา
 ใช้หูฟัง แต่เราหาได้เคยเห็นเคยพบมาจริง ๆ ไม่ ความเชื่อที่เกิดขึ้น
 นี้เราไม่ได้สืบค้นหาข้อเท็จจริงโดยตนเอง หรือพูดได้ว่าเราขาดการ
 ทดลอง

การทดลอง ทำไมเราจึงถือว่าการทดลองสำคัญ? ก็เพราะ
 การทดลองทำให้เราทำการนั้นด้วยตนเองซ้ำบ่อยๆ ครั้นจนชำนาญ จน
 จับหลัก 'ความจริง' ได้.

ความจริง ในเวลาเราเรียนถึงสิ่งต่างๆ รอบตัวเรา นั้น เรา
 จะต้อง 'ทำการทดลอง' เพื่อจับหลัก 'ความจริง' ของสิ่งต่างๆ
 ผลของการทดลองจริงๆ เป็น 'ความจริง' ที่เราได้และเราต้องจด
 เอาไว้เพื่อเปรียบเทียบกับ 'ความจริง' ที่เราจะพบต่อไป.

กฎ 'ความจริง' ที่เราพบหลาย ๆ ครั้งนั้น เมื่อปรากฏ
ว่าเหมือนกันทุกครั้งที่เราทำการทดลอง เราก็รวม 'ความจริง' เหล่า
นั้นเข้าด้วยกัน 'กฎ' สำหรับยึดเพื่อถือ เป็นหลัก สำหรับสังเกตใน
คราวหน้า.

เช่นทุกครั้งที่เราไปเที่ยวน้ำตก เราเห็นน้ำตกจากหน้าผาสูง
เบื้องล่างเราก็บ 'ความจริง' ได้ว่า 'น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ'
หรืออยู่บ้านทกครวที่ฝนตก น้ำฝนไหลจากหลังคาตงรางแล้วลงตุ่ม
'ความจริง' ที่ได้ว่า 'น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ' เมื่อสังเกตพบ
'ความจริง' เช่นทุกคราว เราจึงตั้งเป็น 'กฎ' ขึ้นว่า 'น้ำไหล
จากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ' แต่ในคราวต่อไป 'กฎ' ของเราจะใช้ได้หรือไม่
ต้องสังเกตดูความจริงต่อไปอีก.

การเรียนวิทยาศาสตร์ รวมความว่า เราจะต้องหัดสังเกต
หัดคิด หัดทดลองจับความจริงของสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเรา เพื่อให้ตัวเรา
เกิดความชำนาญคุ้นเคยกับธรรมชาติ การที่เราปฏิบัติเช่นนี้ เรียก
ว่าเรา "เรียนวิทยาศาสตร์".

วิทยาศาสตร์คืออะไร ? วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่กล่าวถึง
ความจริงของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา ตามที่ปรากฏขึ้นโดยการ
สังเกตและการทดลองอย่างละเอียดระเอียดของมนุษย์.

นักวิทยาศาสตร์ คือ ผู้ได้ทดลองพบความจริงของธรรมชาติ
ได้ประมวลกฎต่าง ๆ ที่เขาได้ทดลองได้ขึ้นไว้เพื่อเป็นหลักให้เราเรียนว่า

สิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบๆ ตัวเรานี้มีเรื่องราวเป็นมาอย่างไร สำหรับเป็น
แนวให้เราคิดและปฏิบัติต่อไป.

ประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ ทุกวันนี้ วัตถุประดิษฐ์
เครื่องยนตร์กลไกต่างๆ เครื่องยารักษาโรค กระดาษ หนังสือพิมพ์
วิทยุ และสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่ๆ นั้นย่อมสำเร็จขึ้นด้วยอำนาจวิทยาศาสตร์
ทั้งนั้น พวกเราสมัยนี้สะดวกสบายกว่าคนสมัยก่อนมาก เรามีนาฬิกา
สำหรับดูเวลา อยากไปไหนเร็วๆ ก็มีรถยนต์ รถไฟ เรือยนต์ เครื่อง
บิน ฯลฯ เป็นยานสำหรับพาเราไป แต่ก่อนการเดินทางจากประเทศ



รูปที่ ๒

ไทยไปยุโรป ต้องไปด้วยเรือใบกินเวลาราว ๖ เดือนและต้องเผชิญกับ
อันตรายต่าง ๆ นานา ไม่ถูกฤดูลมก็ไปไม่ได้ เคยวันเราอาจไปถึง
ยุโรปภายในเวลาไม่ถึงสิบคำห์โดยไปขึ้นเครื่องบินโดยสารที่สถานีการ
บินดอนเมือง หรือ คลองเตย ถึงแม้จะไปทางเรือก็มีเรือกลไฟลำใหญ่
โตสะดวกสบายพร้อม เดินทางราวครึ่งเดือนเศษ เรานั่งอยู่ที่บ้านเรา
สามารถได้ยินข่าวจากต่างประเทศด้วยเครื่องวิทยุกระจายเสียง เราซา
หึก แชนหึก หรือมีบาดแผลฉกรรจ์ก็ไม่ต้องเสียวภัยเหมือนแต่ก่อน
การแพทย์ในปัจจุบันเจริญมากจนสามารถทำปอดเทียมแทนปอดธรรมชาติ
ชาติได้ และสามารถตัดหัวใจเก่ามาเปลี่ยนไว้ได้ โดยยังคงทำหน้าที่ของมัน
คือสูบฉีดโลหิตอย่างธรรมดา ฯลฯ

สรุปความว่าในปัจจุบันโลก กำลังเจริญด้วยอำนาจ วิทยา-
ศาสตร์ วิทยาศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อมนุษย์และโลกอย่างมากมาย
และโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์จึงเป็นวิชาที่นำเรามาอย่างยิ่ง.

สังเขปความ

๑. สิ่งที่อยู่รอบตัวเรานับเป็นเรื่องน่ารู้ นำเรามาอย่างยิ่ง.
๒. ความเชื่ออย่างมง่าย เกิดจากไม่ได้ทดลองด้วยตนเอง.
๓. ผลของการทดลอง ทำให้เราพบและจับหลัก 'ความจริง'
ได้ ความจริงที่เราสังเกตพบว่ามีเหมือนกัน ๆ กันหลายครั้งเรารวบรวม
ตั้งเป็น 'กฎ' ขึ้น.
๔. กฎ คือความจริงที่ปรากฏขึ้นหลาย ๆ ครั้งเหมือนกัน ๆ กัน
แต่ยึดเป็นหลักสำหรับเปรียบเทียบกับความจริงอื่นต่อไป.

๕. วิทยาศาสตร์ คือวิชาที่ว่าด้วยความจริงของสิ่งต่าง ๆ
รอบตัวเรา ความที่ปรากฏขึ้นโดยการ ทดลอง อย่างละเอียด ของ
มนุษย์.

แบบฝึกหัดบทที่ ๑

๑. ถ้ามีคนบอกว่า “คนเหาะได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องบิน หรือ
เรือเหาะ” ท่านเชื่อหรือไม่ ? เพราะเหตุไร ? จงให้เหตุผล.

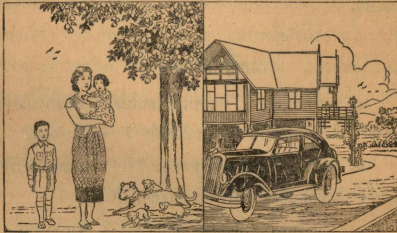
๒. ทำไมเราจึงต้องมีการทดลอง ? จงเล่าผลของการ
ทดลองที่ท่านเคยทดลองความรู้มาจริง ๆ แล้วมาให้ฟัง.

๓. การเรียนวิทยาศาสตร์ คืออย่างไร ? จงอธิบาย.

๔. จงบอกประโยชน์ที่ได้จากความรู้วิทยาศาสตร์ตามที่ทราบ
มาดังตามอย่าง.

บทที่ ๒

การแบ่งสิ่งที่อยู่รอบตัวเรา



สิ่งมีชีวิต

รูปที่ ๓

สิ่งไม่มีชีวิต

สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา

ถ้าสังเกตดู

จะเห็นว่ามันต่างกันเป็น

๒ อย่าง คือ.

๑. สิ่งที่มีชีวิต

๒. สิ่งที่ไม่มีชีวิต.

๑. สิ่งที่มีชีวิต สิ่งเหล่านี้มีอำนาจกระทำด้วยตนเอง เช่น

คนจะเดินเอง หรือวิ่งเอง ต้นไม้เติบโตเอง ไม่ต้องมีใครช่วยเหลือ

สิ่งที่มีชีวิตคนใดแก่พวกมนุษย์ สัตว์ และ พืช เช่นต้นไม้ต่างๆ นอกจาก

นั้นแล้วสิ่งที่มีชีวิตยังมีสมบัติดังต่อไปนี้.

๑. ต้องการอาหาร มนุษย์ สัตว์ ถ้าไม่กินข้าวกินหญ้าจะต้อง

ตาย ต้นไม้ถ้าไม่กินดินมีปุ๋ย ก็ต้องตายเหมือนกัน สิ่งที่มี

ชีวิตจึงต้องการอาหาร.

๒. หายใจได้ มนุษย์ สัตว์ และต้นไม้ ต้องการอากาศ
หายใจ ถ้าไม่มีอากาศหายใจก็อยู่ไม่ได้ ต้องสังเกต
เมื่อเข้าไปดูภาพยนตร์บ้างวันในโรงภาพยนตร์จะรู้สึกอึดอัด.

๓. เจริญเติบโตได้ สังเกตตัวเราเอง หรือดูต้นไม้
แมลงทาม หรือคนไม่ปลูกไว้ ยิงนานจนกิ่ง โคจนหัก.

๔. สืบพันธุ์ได้ มนุษย์มีลูกเป็นมนุษย์ สัตว์ก็ลูกเป็น
สัตว์ ต้นไม้ มีเมล็ด หน่อ เพื่อสืบพันธุ์ไม้นั่นคือไป.

๒. สิ่งที่ไม่มีชีวิต สิ่งเหล่านี้ไม่มีอาการกระทำด้วยตนเอง
เช่น นาฬิกา เราต้องไขลานมันจึงจะเดิน ไฟฟ้า เราต้องเปิดสวิตช์
จึงจะสว่าง ฯลฯ สิ่งเหล่านี้อาจเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น หรือเกิดขึ้น
โดยธรรมชาติก็ได้ เช่น รถยนต์ บ้าน ดิน น้ำ ลม ไฟ ฯลฯ.

สิ่งที่ไม่มีชีวิตมีสมบัติตรงข้ามกับสิ่งที่มีชีวิตคือ :-

๑. ไม่ต้องการอาหาร มันไม่เคยกินอาหาร
วิทยุ ไม่เคยกินขนมปังหรือน้ำเตย.

๒. หายใจไม่ได้ ไม่ ก้อนอิฐ หิน ฯลฯ ไม่ต้องการ
อากาศหายใจเลย.

๓. เจริญเติบโตไม่ได้.

๔. สืบพันธุ์ไม่ได้ รถยนต์ รถไฟ เรือไฟ ฯลฯ
ไม่เคยปรากฏว่ามีลูกหลานได้เลย.

ความจริงสิ่งที่ไม่มีชีวิตนั้นมีสมบัติบางอย่าง คล้ายกับสิ่งที่มี

ชีวิต เช่น รถยนต์ ต้องมีอาหารคือน้ำมันจึงเดินไปได้ แต่สมบัติ
ของพวกมันไม่ครบ เช่น เจริญเติบโตไม่ได้ หรือสืบพันธุ์ไม่ได้ เป็นต้น.

สิ่งเชบความ

สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา^{นี้} แบ่งออกเป็นพวกใหญ่ ๆ ได้สอง
พวกคือ.

๑. สิ่งที่มีชีวิต คือสิ่งที่มีอาการกระทำโดยตนเอง ต้องการ
อาหาร หายใจได้ เจริญเติบโตได้ สืบพันธุ์ได้ เช่น มนุษย์ สัตว์
และพืช.

๒. สิ่งที่ไม่มีชีวิต คือสิ่งที่ไม่มีการกระทำโดยตนเอง ไม่
ต้องการอาหาร หายใจไม่ได้ เจริญเติบโตไม่ได้ สืบพันธุ์ไม่ได้ เช่น
บ้าน โรงเรียน รถยนต์ เรือ ดิน น้ำ ลม ไฟ ฯลฯ.

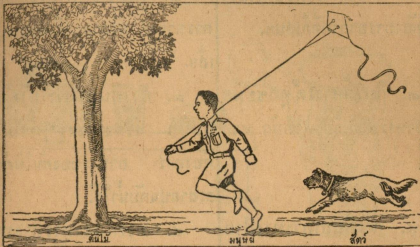
แบบฝึกหัดบทที่ ๒

๑. เรือยนต์ ต่างกับปลาอย่างไร? จงอธิบาย.

๒. เรือบิน เป็นสิ่งที่มีชีวิตหรือไม่มีชีวิต? เพราะเหตุไร
จึงให้เหตุผล.

๓. จงแยกพวกของสิ่งต่อไปนี้:— ค้างคาว ตั๊กแตน หินย้อย
แมงกะพรุน จิ้งหรีด ภาพยนตร์ เม็ดข้าวสาร เม็ดข้าวเปลือก ไข่ไก่
(ที่ยังไม่ได้ทำให้สุก) รถราง.

การจำแนกพวกย่อย



ความแตกต่างระหว่างมนุษย์ สัตว์ และพืช รูปที่ ๔

สิ่งที่มีชีวิต เราได้แบ่งไว้ในบทก่อนว่า มนุษย์ สัตว์ และพืช เป็นสิ่งที่มีชีวิต เนื่องจากมนุษย์และสัตว์มีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก เป็นต้นว่าอวัยวะของร่างกาย และธรรมชาติ ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์จึงรวม มนุษย์ และสัตว์ ไว้พวกหนึ่ง ส่วนพืชนั้นมีความแตกต่างกับมนุษย์ และสัตว์มาก จึงจัดไว้เป็นอีกพวกหนึ่ง.

ความแตกต่างระหว่างมนุษย์ สัตว์ และพืช

มนุษย์ และ สัตว์	พืช
๑. มีเท้า หรืออวัยวะสำหรับใช้เคลื่อนที่ไปไหนมาไหนได้.	๑. ไม่มีเท้า หรืออวัยวะสำหรับใช้เคลื่อนที่ มีแต่รากยึด

มนุษย์ และ สัตว์	พืช
๒. มีปอดสำหรับหายใจ และต้องการอากาศที่ดัดเสมอ.	ดำด้นไปไหนมาไหนไม่ได้. ๒. ไม่มีปอดหายใจ ต้อง การอากาศ ทั้งอากาศดีและอากาศ เสีย.
๓. กินอาหารได้ทุกชนิด เช่นอาหารพวกเนื้อ พวกผัก พวก แป้ง.	๓. การกินอาหารไม่ได้ทุก ชนิด พวกของแข็ง ๆ ต้นไม้ไม่ ต้องการ อาหารของตนไม้ต้อง ละลายปนกับน้ำได้.
๔. การกินอาหารทางปาก มีกระเพาะอาหารสำหรับย่อย.	๔. การกินอาหารทางราก และใบ ไม่มีกระเพาะอาหาร สำหรับย่อย.

สิ่งที่ไม่มีชีวิต แบ่งออกเป็นพวกย่อยได้ ๓ ชนิด คือ

๑. ของแข็ง เช่น ก้อนอิฐ ไม้ หนังสือ ดิน เหล็ก ตะกั่ว

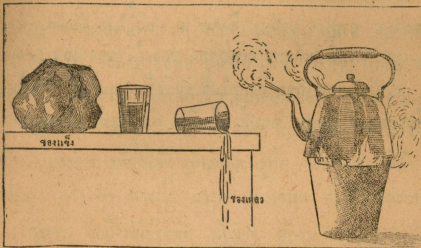
๑ ๓ ๑ สิ่งเหล่านี้ มีน้ำหนัก มีรูปร่างและขนาดไม่เปลี่ยนแปลง.

๒. ของเหลว เช่น น้ำ น้ำกะทิ น้ำเชื่อม ๑ ๓ ๑ สิ่ง

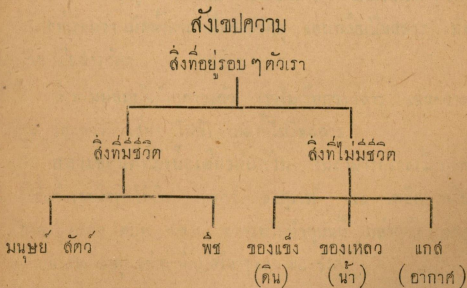
เหล่านี้มีน้ำหนักเหมือนกัน แต่ถ้าขนาดเท่ากันของแข็งจะมีน้ำหนักน้อยกว่า มีขนาดและรูปร่างเปลี่ยนแปลง แต่ว่าถ้าขนาดเท่ากัน ถ้าไม่มี

ภาชนะใส่จะไม่รวมกันอยู่เป็นก้อน จะไหลลงสู่ที่ต่ำเสมอ.

๓. แก๊ส เช่น ไอน้ำ อากาศ คิวณ ฯลฯ ดังเหต่านม
 น้าหนักเบามาก พุ้งกระจายไปทั่ว ถ้าไม่อยู่ในที่บังคับจะไม่มรูปร่าง
 และตั้งฐาน โดยมากเรามองไม่ค่อยเห็นแก๊ส.



ความแตกต่างระหว่างของแข็ง, ของเหลว และแก๊ส รูปที่ ๕



แบบฝึกหัดบทที่ ๓

๑. ตัดตัวต่างกับพี่ช้อย่างไรบ้าง ? จงอธิบาย.
๒. จงแยกพวกของชื่อต่อไปนี้ :- ลูกน้ำ ลำห้วยทะเล
แมงกระพรุน กาฝาก มะม่วง จิ้งจก นก พริกไทย ต้นข้าว จิงโจ้.
๓. จงเปรียบเทียบลักษณะของ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส.
๔. จงแยกพวกของสิ่งต่อไปนี้ และให้เหตุผลด้วย ก้อนน้ำแข็ง
ไอเดียร์รยทนต์ โคลน ทอฟฟี่ น้ำหมึก ฝุ่น ใยน้ำ ปากกา.

ส่วนประกอบของโลก

สสาร บรรดาสิ่งต่างๆ ในโลกย่อมมีอยู่มากมาย เช่นของที่เราต้องใช้ประจำวันมีแปรงสีฟัน ยาสีฟัน ข้าว น้ำตาล เกือบ สมุด ดินสอ นาฬิกา ฯลฯ สิ่งเหล่านี้เราย่อมจับต้องได้ หรือไม่ก้มมองดูเห็น คมชัดได้กั้น ชัดหรือโดยนัยของมันได้ สิ่งเหล่านี้เรียกว่า สสาร และอาการที่ทำให้เรารู้สึกถึงความรู้สึก เรียกว่า วิถีสัมผัส ซึ่งมีอยู่ ๕ ทาง คือ ทางมือ ทางตา ทางจมูก ทางปากและทางหู

สสาร คือสิ่งที่มีน้ำหนัก มีขนาด ต้องการที่อยู่และสัมผัสได้ด้วยวิถีสัมผัส ส่วนย่อยของสสารที่มีสมบัติอย่างเดียวกับสสาร เราเรียกว่า สารวัตถุ ดังนั้นน้ำตาลเป็นสสาร แต่ส่วนเล็กๆ ของน้ำตาลที่เรียกว่า เม็ดน้ำตาล เป็นสารวัตถุ และเกิดเป็นสสาร เม็ด เกือบ เป็นสารวัตถุ

สิ่งที่ไม่มีสมบัติดังกล่าวแล้ว เราไม่เรียกว่าสสาร เช่นความร้อน แสงสว่าง เสียง ไฟฟ้า เหล่านี้ไม่ใช่สสาร

สสารชนิดที่มีเนื้อเดียวกันล้วน ไม่สามารถแยกเนื้อออกให้เป็นค่าชนิดกันได้อีก เรียกว่า ธาตุแท้ เช่น เหล็ก เงิน ทองคำ ตะกั่ว ดิน ฯลฯ ธาตุแท้ในปัจจุบันนี้ กล่าวว่ามีอยู่ด้วยกัน ๘๒ ธาตุ แต่เท่าที่พบจริงๆ แล้ว ๘๐ ธาตุ

โลกประกอบด้วยอะไร สมัยก่อนเชื่อกันว่า โลกเรา^{นี้}
ประกอบด้วยธาตุแท้ ๔ ชนิด คือ ธาตุดิน ธาตุน้ำ ธาตุลม ธาตุไฟ^๕
สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่บนพื้นโลกนั้น ย่อมประกอบขึ้นด้วยธาตุทั้งสี่ทางนั้น^{๕๔๕๕๕๕}
แม้จนกระทั่งตัวของเราเอง จากความเชื่อนี้จึงทำให้เชื่อไปถึงความ^{๕๕๕๕๕๕}
มหัศจรรย์ต่าง ๆ เช่น ชุบคนแก่ให้หนุ่ม ชุบคนตายให้กลับมีชีวิต^{๕๕๕๕๕๕}
และทำตะกั่วให้เป็นทอง ฯลฯ เป็นต้น ความเชื่อนี้เป็นความเชื่อ^{๕๕๕๕๕๕}
ที่ไร้เหตุผล ซึ่งเมื่อเราคิดถึงจะพบข้อผิดทีเดียว.

ในปัจจุบันนี้ นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการค้นคว้าหาหลักฐานยืนยัน^{๕๕๕๕๕๕}
จนเชื่อได้ว่า ธาตุทั้งสี่ที่คนโบราณเชื่อกันมานาน ไม่ใช่ธาตุแท้ ธาตุแท้^{๕๕๕๕๕๕}
มีอยู่ในโลกจริง ๆ บัดนี้ มี ๙๒ ธาตุด้วยกัน.

ตามที่เราเห็นบนพื้นโลกมีดินกับน้ำ และโลกหุ้มห่อด้วยอากาศ^{๕๕๕๕๕๕}
ที่เราหายใจ แต่ดิน น้ำ และอากาศไม่ใช่ธาตุแท้ ดังนั้นเราก็ตราได้^{๕๕๕๕๕๕}
ว่า โลกที่เราอาศัยอยู่นี้ประกอบด้วยธาตุแท้ ๙๒ ชนิด.



ซีกหนึ่งของโลก รูปที่ ๖

โลกมาจากไหน ตามปรา-
กฏในตำนานของเราดูใหญ่ มีหิมา
เสียดลั่นเกิน เมื่อเรามองดวงอา-
ทิตย ดวงจันทร์และดวงดาวอื่นๆ^{๕๕๕๕๕๕}
ในท้องฟ้าจะเห็นว่าเล็กจิ๋ว แต่
ความจริง ดวงอาทิตย์ และดวง
ดาวบาง ดวงที่เราเห็นในท้องฟ้า^{๕๕๕๕๕๕}
นั้น มีขนาดใหญ่กว่าโลกเรามาก

ทีเดียว ความจริง นักวิทยาศาสตร์ เป็นผู้พบ และ พิสูจน์ ให้เราเห็น
ข้อเท็จจริง.

สำหรับดวงอาทิตย์นั้นมีขนาดใหญ่กว่า โลกมาก คือมีปริมาตร
ใหญ่กว่าโลกตั้งร้อยเท่า หนักกว่าโลกราว ๓๓๒,๐๐๐ เท่า และช่วย
ให้สิ่งมีชีวิตบนพื้นโลกเช่น มนุษย์ สัตว์ และพืช ดำรงชีวิตอยู่ได้
เราจะได้เรียนในบทต่อไป ปัจจุบันนี้นักวิทยาศาสตร์สามารถพิสูจน์ให้
เราเชื่อได้ว่า โลกและดวงอาทิตย์ประกอบด้วยธาตุอย่างเดียวกัน ธาตุ
ทั้ง ๘๒ ชนิดที่มีอยู่ในโลกก็มีอยู่ในดวงอาทิตย์ ดังนั้นเราจึงเชื่อว่า
โลกที่เราอยู่นั้นเป็นส่วนหนึ่งของดวงอาทิตย์ที่แตกแยกออกมา.

อายุของโลก นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นคว้าหาหลักฐานและเหตุผล
ประกอบจนอ้างได้ว่า โลกเรามีอายุประมาณ ๓๐๐-๔๐๐ ล้านปี
แต่ถึงแม้การค้นคว้าและหลักฐานเหล่านี้จะทำได้โดยละเอียด และ หมด
ครั้งแล้วก็ตาม แต่ผลสุดท้ายจะเอาแน่นอนลงไปไม่ได้ เพราะไม่มีอะไรจะ
วัดได้จริงๆ ผลสุดท้ายได้เป็นเพียงประมาณเท่านั้น อย่างไรก็ตาม
เหตุผลทำให้เราเข้าใจว่า โลกมีอายุมานานักหนาแล้ว.

สังเขปความ

๑. สสาร คือสิ่งที่มีตัวตน มีน้ำหนัก มีขนาด ต้องการที่จะ
อยู่ สัมผัสได้ด้วยวิถีสัมผัส.

๒. สารวัตถุ คือส่วนย่อยของสสาร ที่มีสมบัติอย่างเดียวกับ
กับสสาร.

๓. ธาตุแท้ คือ สสารที่มีเนื้อเดียวกันตัวหนึ่ง ไม่สามารถแยก
ออกเป็น ๒ ส่วนได้อีก.

๔. โลกประกอบด้วยธาตุแท้ ๕๒ ชนิด.

๕. โลกเป็นส่วนหนึ่งของดวงอาทิตย์ที่แตกแยกออกมา.

แบบฝึกหัดบทที่ ๔

๑. สสารหมายความว่าอะไร? เรารู้จักสสารได้ด้วยอะไร?

๒. สสาร กับ สสารวัตถุ ต่างกันอย่างไร?

๓. จงบอกว่สิ่งต่อไปนี้ อะไรเป็นสสาร อะไรไม่ใช่ พร้อมทั้ง
เหตุผล น้ำมัน ซอร์ค ก๊อสนเมธ เเงในกระจก ภาพยนตร์ (ภาพ
ที่เราเห็นบนจอ) โต๊ะ ภูเขา อากาศ พัดลม พัดลม ต้นไม้
แสงแดด รูปภาพ ความฝัน รถยนต์.

๔. โลกประกอบด้วยอะไร? ทำไมจึงกล่าวว่าโลกเป็นส่วน
หนึ่งของดวงอาทิตย์ที่แตกแยกออกมา?

บทที่ ๕

ดวงอาทิตย์และดวงดาว



โลกและสิ่งล้อมรอบ รูปที่ ๑

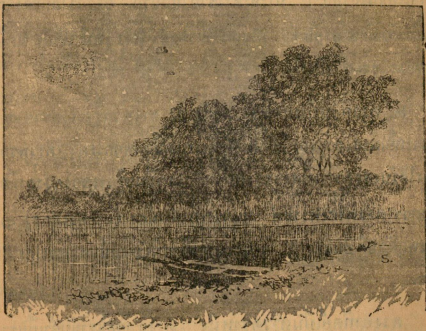
อากาศและลม ถ้าเราโบกมือไปรอบ ๆ ตัวเรา บังคับ
 ว่ามือของเรา กระพืออะไรบางอย่างคล้ายกับเราเอามือโบกผ้าแพะ บาง ๆ
 หรือในกรณีที่ เราหายใจเข้า เรารู้สึกว่ามีอะไรเข้าไปเต็มปอด ทำให้
 หน้าอกของเราขยายออก แต่ถึงนั้นเรามองไม่เห็นได้ด้วยตา เพียงแต่
 รู้ได้ด้วยการถูกต้องทางกายว่ามีอยู่เต็มไปหมด นักวิทยาศาสตร์เรียก
 สิ่งนี้ว่า อากาศ (Air : เออร์) แต่ถึงแม้เราจะเห็นด้วยตา ไม่ได้
 เราจะเห็นอาการเคลื่อนไหวของอากาศได้ เป็นคนว่ามันทึบแบบไม่
 กังไม่โยก ขงปลิวพัด วนๆ อากาศเคลื่อนไหวของอากาศที่เรา
 เรียกว่า ลม (Wind : วินด์).

บรรยากาศ อากาศเรารู้ว่าเป็นสิ่งไม่มีชีวิต มีภาวะเป็น
แก๊ส อากาศมีอยู่ทั่วไปบนพื้นโลก และหนาขึ้นไปอีกไม่ไ้่น้อย เท่า
ที่คำนวณได้มีอากาศอยู่จากพื้นโลกสูงขึ้นไปประมาณ ๓๒๐ กิโลเมตร
(๒๐๐ ไมล์) แต่เท่าที่มนุษย์ขึ้นไปได้ประมาณ ๒๑ ถึง ๒๗ กิโลเมตร
(๑๓ ถึง ๑๗ ไมล์) เท่านั้นเป็นอย่างมาก เขตที่อากาศหุ้มห่อโลก
อยู่นี้เรียกว่า บรรยากาศ (Atmosphere : แอตมอสเฟียร์).

พาหิรากาศ เมื่อเรามองดูบนท้องฟ้าในเวลากลางคืน จะเห็น
มีดวงจันทร์และดาวอยู่ระยิบระยับ ในเวลากลางวันก็ดวงอาทิตย์ คง
จะมีผู้สงสัยว่า ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดวงดาวเหล่านั้นลอยอยู่
ในบรรยากาศหรืออย่างไร? ตามความจริงที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ
ไม่เคยปรากฏว่าพบสิ่งเหล่านั้นอยู่ในบรรยากาศเลย ดังนั้น ดวงอาทิตย์
ดวงจันทร์ ดวงดาวต่าง ๆ จึงลอยอยู่ห่างไกลออกไปจากบรรยากาศ
ของโลก ชานาเขตที่อยู่เหนือไปจากอากาศที่หุ้มห่อโลกอยู่นี้ เรียก
ว่า พาหิรากาศ (Aether . อีเทอร์).

ขนาดของดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์ลอยอยู่ในพาหิรากาศ ใน
สมัยก่อนนั้นเชื่อกันว่า ดวงอาทิตย์เล็กกว่าโลก และหมุนรอบโลก
แต่ความจริงดวงอาทิตย์ใหญ่กว่าโลกมาก และโลกเป็นบริวารหมุน
รอบ ดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์มีรูปร่างกลม เส้นศูนย์กลางยาวถึง
๑,๓๙๖,๔๐๐ กิโลเมตร ยาวกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของโลก ๑๑๐
เท่า เมื่อคิดเป็นปริมาณแล้ว ดวงอาทิตย์ใหญ่กว่าโลก ประมาณ
หนึ่งล้านเท่า.

ดวงอาทิตย์เป็นไฟดวงใหญ่ ทุกวัน^{นี้} เราพูดได้ว่าเราอยู่ได้
ด้วยดวงอาทิตย์ เพราะดวงอาทิตย์ให้ความร้อนและแสงสว่างอย่างเพียง
พอ ถ้าเราไม่มีดวงอาทิตย์ โลกเราก็จะมี^ด มีแต่เวลาดำมืด^น พืช
พันธุ์ต่าง ๆ ไม่งอกงาม เมื่อคิดตามข้อเปรียบเทียบข้างบน^{นี้} เราจะ
เห็นว่า ดวงอาทิตย์จะต้องใหญ่^นหึมา มีแสงสว่างและความร้อนมาก
มากทีเดียวจึงส่งมาถึงโลกได้ ดวงอาทิตย์จึงนับว่าเป็นไฟดวงใหญ่.



ราตรีประดับดาว รูปที่ ๘

ทำไมเราจึงเห็นดวงอาทิตย์เล็ก ? ภูเขา^ดด^ดหรือสิ่งก่อสร้าง
ใหญ่ ๆ โคก^ด เมื่อเราอยู่ใกล้จะเห็นว่าขนาดโคก^ดเดียว แต่เมื่อเรา
อยู่ห่างออกไปขนาดของภูเขาและสิ่งก่อสร้างใหญ่โตจะเล็กลง ๆ จนใน
ที่สุดจะมองไม่เห็น เราทราบอยู่^นว่าดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่มาก^นหึมา

เมื่อเรามองดูจริง ๆ เราเห็นดวงอาทิตย์เล็ก
อาทิตย์อยู่ไกลจากโลกเรามาก.

๘๔ ๖๕๔
ที่เป็นดั่งนกเพราะดวง

ดวงดาวในท้องฟ้า นักดาราศาสตร์แบ่งดาวในท้องฟ้าได้เป็น
๒ พวกคือ.

๑. ดาวที่มีแสงสว่างในตัวเอง ดาวพวกนี้ในเขตกลางคืน
เราจะเห็นมีแสงยับ ๆ มีระยะห่างจากโลกมาก ยิ่งกว่าโลกห่างจาก
ดวงอาทิตย์หลายร้อยเท่า ดาวพวกนี้เรียกว่า ดาวฤกษ์ เช่นดาวเหนือ
ดาวหมี ฯลฯ เป็นต้น.

๒. ดาวที่ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง ดาวพวกนี้ในเขตกลางคืน
เราจะเห็นมีแสงสว่างสลับได้ไม่มีแสงยับ ๆ เหมือนพวกแรก ดาวพวกนี้
ต้องได้รับแสงสว่างมาจากดวงอาทิตย์ และเป็นบริวารของดวงอาทิตย์
เรียกว่า ดาวพระเคราะห์ เช่นดาวประจำเมือง (ดาวพระศุกร) ดาว
พระพฤหัสบดี เป็นต้น โลกและดวงจันทร์ก็นับว่าเป็นดาวพระเคราะห์
ด้วย.

ดวงอาทิตย์เป็นดาวดวงหนึ่ง ดวงอาทิตย์เรานับว่าเป็นดาว
ฤกษ์ดวงหนึ่ง ซึ่งลอยอยู่ในพาหิรภากส์ มีแสงสว่างในตัวเองและร้อน
จัด ดวงอาทิตย์ไม่ใช่ดาวฤกษ์ที่ใหญ่ที่สุด ดาวฤกษ์บางดวงที่เราเห็น
ในท้องฟ้ามีขนาดดวงใหญ่กว่าดวงอาทิตย์ของเรา และอยู่ไกลจาก
โลกไปนับล้านเท่าด้วย.

สังเขปความ

๑. โลกมีอากาศหุ้มห่ออยู่ อาณาเขตที่อากาศหุ้มห่อโลกเรียกว่า บรรยากาศ นอกเหนือบรรยากาศออกไปเรียกว่าพาหิรอากาศ
๒. ดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่โตมาก มีความร้อนและแสงสว่างมากมายที่เราเห็นดวงอาทิตย์เล็ก เพราะดวงอาทิตย์อยู่ไกลจากโลกเรามาก.
๓. ดาวในท้องฟ้ามี ๒ ชนิด ก. ดาวฤกษ์ คือดาวพวกที่มี
๓. ดึงสว่างในตัวเอง ข. ดาวพระเคราะห์ คือดาวพวกที่ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง.

แบบฝึกหัดบทที่ ๕

๑. ทำไมเราจึงรู้ว่า มีอากาศอยู่รอบๆ ตัวเรา.
๒. อากาศกับลม ต่างกันอย่างไร? จงอธิบาย.
๓. จงอธิบายว่าทำไมเราจึงเห็นดวงอาทิตย์เล็ก
๔. ดวงอาทิตย์ทำประโยชน์ให้กับโลกเราอย่างไรบ้าง? ตอบเท่าที่ทราบ.
๕. จงบอกชื่อดาวที่ท่านรู้จักมาตั้ง ๕ ชื่อ และบอกด้วยว่าเป็นพวกไหน? เพราะเหตุไร?

กำเนิดของโลก



กำเนิดของโลกและดาวพระเคราะห์ รูปที่ ๑

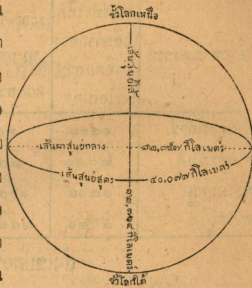
กำเนิดของโลกและดาวพระเคราะห์ แต่ก่อนเมื่อยังไม่มีโลก และดาวพระเคราะห์ ในพาหิรกาสม์หมอกเพลิงหม่นลอยอยู่เป็นกลุ่มๆ ดวงอาทิตย์ก็นับว่าเป็นหมอกเพลิงกลุ่มหนึ่งเหมือนกัน ต่อมาดวงดวงหนึ่ง โคจรมาในระยะใกล้กับดวงอาทิตย์ของเรา และเมื่อผ่านไปทั้ง ต้องเกิดความดึงดูดระหว่างกันและกัน จึงทำให้ส่วนหนึ่งบนหมอกเพลิงซึ่งเป็นดวงอาทิตย์แยกตัวออก ส่วนที่ยังติดอยู่ก็แยกตัวออกจากกัน เดิมมาก จนในที่สุดบางส่วนหลุดออกจากกันเดิมและเป็นที่อันเล็กๆ ก้อนเล็กๆ เหล่านี้คงแรกยังคงร้อนจัด หมุนรอบๆ ตัวเอง และหมุนรอบกันเดิม คือ ดวงอาทิตย์ด้วย แต่ก้อนที่แยกออกมาเล็กกว่าก้อน

เดิมมาก และการหมุนอยู่เรื่อย ๆ ทำให้ความร้อนที่ได้อาจจากอันเดิม
 เย็นลง เมื่อเย็นถึงก่อดวงจันทร์ในที่สุดกลายเป็นก้อนแข็งที่แยกออกมา
 ก่อนเหล่านี้นั้น คือ โลกเรา และดาวพระเคราะห์ต่าง ๆ เท่าที่ควรจะ
 ทราบก็มี ดาวพระพุธ ดาวพระศุกร์ ดาวพระอังคาร ดาวพระพฤหัสบดี
 ดาวพระเสาร์ ดาวพระยูเรนัส ดาวพระเนปจูน และดาวพลูโต นอกจากนั้นยังมี
 ดวงจันทร์ ซึ่งนับว่าเป็นดาวพระเคราะห์ด้วยเหมือนกัน แต่มีขนาดเล็ก
 และหมุนรอบดาวดวงใหญ่กว่านับเป็นบริวารของดาวดวงนั้นไป เช่น
 เป็นบริวารของดาวโลก ดาวพระพฤหัสบดี หรือดาวพระเสาร์ เป็นต้น.

ทำไมโลก และ ดาว พระเคราะห์จึงเย็น ก่อน ดวงอาทิตย์
 ต่อดวงจันทร์อันใสสว่างกับได้ในวัยเด็ก ๆ แล้วคงทิ้งไว้อีกสักชั่วโง
 ดองจับดู จะรู้สึกว่าน้ำในอ่างยังร้อน ๆ อยู่ ส่วนในถ้วยเย็นสนิท ทั้งน
 ก็เพราะอ่างใหญ่กว่าถ้วย น้ำที่อยู่ในอ่างมากกว่าในถ้วย (หรือพูดว่า
 อ่างจุน้ำได้มากกว่าถ้วย) น้ำในอ่างจึงยังคงร้อนอยู่ โลกและดาวพระ
 เคราะห์ต่าง ๆ เล็กกว่าดวงอาทิตย์มาก ถ้าเปรียบเทียบขนาดดวง
 อาทิตย์เท่าลูกฟุตบอลโต โลกเราจะโตเท่าหัวเข็มหมุดหรือเล็กกว่านั้น
 เสียอีก โลกและดาวพระเคราะห์จึงเย็นก่อนดวงอาทิตย์.

สิ่งที่ทำให้ความร้อนลดลงอีกอย่างหนึ่ง ก็คือ การหมุนของดาว
 พระเคราะห์ ดังเกิดแดดเราหนึ่งรยวันหรือหนึ่งจักรยานสามต่อจะ
 รู้สึกว่าเย็นกว่าอยู่เฉย ๆ โลกและดาวพระเคราะห์เย็นจากผิวนอกไป

โลกเห็นถึงขั้วโลกใต้ประมาณ
๑๒,๗๑๔ กิโลเมตร เส้นผ่า
ศูนย์กลางที่ยาวที่สุด (วัดตรง
ตอนบ้อง) ประมาณ ๑๒,๗๕๗
กิโลเมตร เส้นศูนย์สูตร คือ
เส้นที่วัดรอบโลกตอนกลางบ้อง
ยาวประมาณ ๔๐,๐๗๗ กิโล
เมตร หนาหนักของโลกเบา
กว่าดวงอาทิตย์ประมาณ
๓๓๓,๐๐๐ เท่า.



ขนาดของโลก รูปที่ ๑๑

ดาวพระเคราะห์	ระยะทางคิด เฉลี่ยจากดวง อาทิตย์ด้าน กิโลเมตร	ระยะเวลาที่ หิมนรอบ ดวงอาทิตย์	ขนาดเปรียบ เทียบกับ โลก	จำนวน ดวงจันทร์ เล็กๆ
ดาวพระพุธ	๕๖	๘๘ วัน	$\frac{1}{12}$ ของโลก	๐
ดาวพระศุกร์	๑๐๖	๒๒๕ ,,	เกือบเท่ากับ	๐
โลก	๑๔๕	๓๖๕ ,,	—	๑
ดาวพระอังคาร	๒๒๖	๖๘๗ ,,	$\frac{1}{3}$ ของโลก	๒
ดาวพระเคราะห์น้อยๆ	—	—	—	—
ดาวพระพฤหัสบดี	๗๗๓	๑๒ ปี	๑๔๐๐ เท่า	๔

	ระยะทางคิด โดยจากดวง อาทิตย์ผ่าน กิโลเมตร	ระยะเวลาที่ หมุนรอบ ดวงอาทิตย์	ขนาดเปรียบ เทียบกับ โลก	จำนวน ดวงจันทร์ เล็กๆ
ดาวพระเสาร์	๑๔๑๘	๓๐ ปี	๗๔๕ เท่า	๑๐
ดาวพระศุกร์	๒๘๕๓	๘๔ ,,	๗๒ ,,	๕
ดาวพฤหัสบดี	๔๔๖๔	๑๖๔ ,,	๕๐ ,,	๑
ดาวพลูโต	๕๕๒๐	๒๔๘ ,,	๒ ,,	—

สิ่งแปลกประหลาด

๑. เมื่อดวงอาทิตย์และดาวดวงอื่นโคจรเข้าใกล้กัน และเกิดการดึงดูดซึ่งกันและกัน จนบางส่วนของหลอดออกจากกันเต็ม ส่วนเล็กๆ ที่หลุดออกมา คือ โลกและดาวพระเคราะห์ต่างๆ.

๒. โลกและดาวพระเคราะห์อื่นก่อนดวงอาทิตย์ เพราะมีขนาดเล็กกว่าดวงอาทิตย์มาก.

๓. โลกมีรูปกลมอย่างผดส้ม.

๔. เส้นศูนย์สูตร คือเส้นที่วัดรอบโลกค่อนกลางบึ้ง.

แบบฝึกหัดบทที่ ๒

๑. จงเล่าถึงกำเนิดของโลกและดาวพระเคราะห์.

๒. ภูเขานบนโลกเกิดขึ้นได้อย่างไร? จงอธิบายและแสดงเหตุผล.

๓. จงให้เหตุผลและยกตัวอย่างเปรียบเทียบว่า ทำไมโลกจึงเย็นก่อนดวงอาทิตย์?

๔. ทำไมเราจึงทราบว่ามีน้ำในของของโลกเรายังคงวันจืดอยู่?

บทที่ ๗

โลกกลม

การเดินทางเรือรอบโลก ในสมัยก่อนคนเราเชื่อกันว่าโลกแบน และวางอยู่บนหลังสัตว์มหัศจรรย์ เช่นทางของไทยเราว่าปลาวาฬหน้ ของ แรกผ่าซ้าง ของฝรั่งว่าเต่า และเชื่อกันว่าถ้าใครแล่นเรือออกไปจากฝั่งทะเลมากเข้าๆ ในที่สุดจะตกโลก นิยายเช่นนี้มีมาก ซึ่งต่อมา ได้ทำการทดลองแล้วว่าไม่เป็นความจริงทั้งนั้น.

ชาวฟินิเซียนเป็นนักเดินเรือพวกแรกในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน เป็นพวกที่เดินทางไปตามประเทศต่างๆ ที่อยู่ชายทะเลเใด่ๆ ซึ่งพวกอื่นไม่มีโอกาสไปถึง พวกนี้นำสินค้าจำพวกเครื่องเทศไม้หอมต่างๆ มาขายร่ำรวยมาก และถนัดคนอื่นจะมาแย่งชิงความร่ำรวยของตน ก็เลยเล่าเรื่องไม่จริงต่างๆ ให้ฟัง ทำให้พวกอื่นกลัวไม่กล้าเดินเรือตามอย่าง ต่อมาคนจับความจริงได้ พวกนี้จึงทรุดโทรมลง.

ต่อมาในประเทศยุโรปมีการติดต่อกับประเทศอินเดีย ครั้งแรกติดต่อกันทางบกลำบากและกันดารมาก จึงมีผู้พยายามหาทางเดินเรือไปยังอินเดียให้ได้ แต่ในสมัยนั้นยังมีความเชื่อว่าโลกเราแบน และไม่แผ่นดินใดอีกแต่่วนออกจากทวีปยุโรปกับเอเชียจึงไม่มีใครหาญเข้าไปเสี่ยงภัย มีชาวเมืองเยนัวแห่งอิตาลีหนึ่งมีนามว่า คริสโตเฟอร์ โคลัมบัส เรียกสั้นๆ ว่า โคลัมบัส (เกิด พ.ศ.๑๔๘๐ ตาย พ.ศ.๒๐๔๘) มีความเชื่อว่าโลกกลม เมื่อได้รับความช่วยเหลือจากนักวิจัยเปญูจึงคุมกองเรือ

ยอม ๆ ต้องสามดำ เดินทางมุ่งไปทางทิศตะวันตก คือข้ามมหาสมุทร
แอตแลนติกเพื่อจะไปให้ถึงอินเดีย หลังจากประสบความลำบากและ
ลมพายุอย่างแสนสาหัส โคโลมบัคก็ได้พบแผ่นดินใหม่ คือ หมู่เกาะ
อินเดียตะวันตกและอเมริกากลาง เมื่อโคโลมบัคกลับมาถึงสเปนได้รับ
การต้อนรับอย่างสูง และขอตำแหน่งคือ ทำลายความเชื่อของพลเมือง
เรื่องกลัวจะตกโลกหรือโลกแบนเสียได้.

ไม่ช้าไม่นานนัก วาสโกตาามา (เกิด พ.ศ. ๒๐๐๓ ตาย พ.ศ.
๒๐๖๗) ชาวโปรตุเกส ก็เดินเรือเลียบฝั่งทวีปอเมริกาอันแหลมมุดไป
มาถึงอินเดียได้ เป็นครั้งแรกที่พวกฝรั่งเดินเรือมาลงอินเดีย.

ในสมัยเดียวกัน เพอร์ดินานด์ แมกเกลดาน (เกิด พ.ศ. ๒๐๒๓
ตาย พ.ศ. ๒๐๖๔) นักเดินเรือชาวโปรตุเกสที่ดำดึกคนหนึ่ง เคยทำ
งานอยู่ในหมู่เกาะอินเดียตะวันตกซึ่งโคโลมบัคพบ ได้รับความช่วยเหลือ
จากพระเจ้าชาลส์ที่ ๕ กษัตริย์สเปนผู้คุมกองเรือห้าลำ เดินทางมุ่งไป
ทางตะวันตก เดินเรือเลียบฝั่งทะเลของอเมริกาใต้ไปจนถึงและพบช่อง
แคบที่จรดออกไปสู่อีกมหาสมุทรหนึ่ง ช่องแคบต่อมาเรียกว่า ช่องแคบ
แมกเกลดาน มหาสมุทรใหม่ที่เขาพบคงชื่อว่า แปซิฟิก ซึ่งแปลว่า
สงบ เขาคุมเรือเดินทางต่อไป ในที่สุดก็พบหมู่เกาะฟิลิปปินส์
พวกชาวเกาะต้อนรับเขาเป็นอย่างดี เติ้งเฮียชาวเกาะที่เขาพบครั้ง
แรกนั้นเกิดสงครามกับพวกชาวเกาะอีกเกาะหนึ่ง เขาช่วยรบจึงถูกชาว
ลังแก่ความตายใน พ.ศ. ๒๐๖๔ เรือออกดำหนไปในหมู่เรือของเขาเดิน
ทางกลับไปถึงสเปนได้ จึงนับว่าเป็นการเดินทางรอบโลกเป็นครั้งแรก
และเป็นข้อยืนยันว่าโลกกลม.

ต่อมาเซอร์ฟรานซิส เบคอน (เกิดพ.ศ. ๒๐๗๒ ตายพ.ศ. ๒๓๓๗) นักเดินเรือชาวอังกฤษคนชื่อเสียง ก็ได้ออกเดินทางตามทางของแมกเกแลแลนเดินมาแล้ว ในที่สุดก็มาถึงประเทศอังกฤษได้ เป็นการเดินทางรอบโลกอีกเป็นครั้งที่สอง.

ผลที่ได้จากการกระทำดังกล่าวแล้ว ทำให้ความเชื่อในเรื่องโลกแบนหายไป มนุษย์เราเปลี่ยนความเชื่อว่าเป็นโลกกลมจากภายนอกได้ ทำการทดลองอย่างอื่นก็ได้ผลยืนยันอีกมาก.

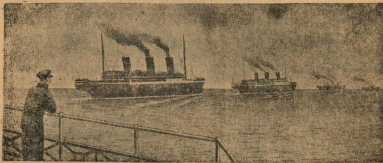
ข้อพิสูจน์ว่าโลกกลม ๑. ถ้าเราถือผลส้มในท่ามถาง แสงไฟและเงาของมันตกอยู่ข้างฝา เราจะสังเกตเห็นเงาในโค้งกลมตามลักษณะของเส้นรอบวงของผลส้มซึ่งกลมอยู่ ข้างบนข้างแรมนั้นเกิดจากเงาของโลกไปทับดวงจันทร์ซึ่งปรากฏว่าเป็นเงาโค้ง หรือเมื่อเกิดจันทรคราส เงาของโลกทับดวงจันทร์ซึ่งเป็นเงาโค้งเช่นกัน แสดงว่าโลกต้องมีต้นฐานกลมด้วย.



สังเกตเงาของโลกทับดวงจันทร์ เป็นส่วนโค้ง รูปที่ ๑๒

๒. ลองไปยืนอยู่ทางข้างหนึ่งของสะพานโค้ง เช่น สะพานกษัตริย์ศึก แล้วคอยสังเกตว่าคนที่เดินมาอีกทางหนึ่งนั้นเราเห็นส่วนไหนก่อนหรือเราเห็นพร้อม ๆ กัน? เราจะได้เห็นครึ่งชะก่อนเพราะส่วนโค้งบังส่วนล่างเสีย คราวนั้นถ้าเราไปยืนอยู่ที่ฝั่งทะเลและสังเกตเห็นเรือใบหรือเรือกลไฟที่เดินเข้ามาหาฝั่ง เราจะเห็นเสากระโดงก่อนแล้วจึงเห็น

ถ้าเรือ นั้นก็เพราะส่วนโค้งของโลกบังส่วนดำเรือ ดังนั้นโลกไม่แบน
โลกต้องกลม.



แต่เห็นเรือไฟแล่นค่อย ๆ ลับไปกับความโค้งของโลก รูปที่ ๓

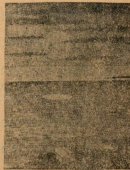
๓. ถ้าเราจุดตะเกียง หรือ เปิดไฟฟ้าไว้สักดวงหนึ่งกลางเรือน
คนในเรือนจะเห็นตะเกียงหมดทุกคน (นอกจากฝากระบุง) เพราะว่าพื้น
เรือนรวม ถ้าโลกแบนจริง เวลาพระอาทิตย์ขึ้นคงเห็นพร้อมกันทั่ว
โลก แต่ไม่เป็นเช่นนั้น เราเห็นแสงตะวันตอนหนึ่ง พวกฝรั่งเห็น
ตอนหนึ่งไม่พร้อมกัน เช่นประเทศไทยเป็นเวลากลางวัน ส่วนใน
อเมริกาเป็นเวลากลางคืน เพราะฉะนั้นโลกต้องไม่แบน ต้องกลมแน่.

๔. ถ้าเราเดินเรือมุ่งไปทางทิศตะวันออก หรือ ตะวันตก ทาง
เดียว ในที่สุดก็จะเดินกลับมายังที่เดิมได้ เป็นผลแสดงว่าโลกกลม
ถ้าโลกแบน เรือก็คงไปตกโลกหรือไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุดอย่างที่คน
โบราณเคยเชื่อกัน.



เรือไฟหรือเครื่องบินอาจเดินทางไปทั่วโลก รูปที่ ๑๔

๕. ได้กล่าวแล้วว่า โลกเป็น
ดาวพระเคราะห์ดวงหนึ่ง ดวงดาวอื่น ๆ ที่
เราเห็นในท้องฟ้า ล้วนแต่กลมท่งนั้น เช่น
ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์เป็นต้น เพราะ
ฉะนั้นเมื่อโลกเราเป็น ดาวดวงหนึ่งก็ควร
จะกลมดิกกัน.



เราลองดวงอาทิตย์กลมเงาของโลก
ก็เช่นเดียวกัน รูปที่ ๑๕

สังเขปความ

๑. พวกพื้นเขียนเป็นนกเดินทางพวกแรกในทะเลเมดิเตอร์เรเนียน

๒. โคลัมบัส เกิด พ.ศ. ๓๙๙๐ ตาย พ.ศ. ๒๐๔๙ เป็นชาวเมืองเจนัวในอิตาลี เป็นผู้เดินเรือข้ามมหาสมุทรแอตแลนติก และพบหมู่เกาะอินเดียตะวันตกและอเมริกาต่าง.

๓. วาสโกดากามา เกิด พ.ศ. ๒๐๐๓ ตาย พ.ศ. ๒๐๖๗ เป็นชาวโปรตุเกส เป็นผู้พบทางเดินเรือจากยุโรปมาอินเดียเป็นคนแรก.

๔. แมกเจลแลน เกิด พ.ศ. ๒๐๒๓ ตาย พ.ศ. ๒๐๖๔ เป็นผู้นำเรือข้ามมหาสมุทรแอตแลนติกและแปซิฟิก มาตายที่เกาะฟิลิปปินส์ โดยถูกฆ่า แต่เรือของเขาเดินทางกลับมายังได้ เป็นการเดินเรือรอบโลกครั้งแรก.

๕. เซอร์ฟรานซิสเดรก เกิด พ.ศ. ๒๐๘๒ ตาย พ.ศ. ๒๑๓๘ เป็นชาวอังกฤษ เป็นผู้นำเรือเดินทางรอบโลกครั้งที่ ๒.

๖. ข้อพิสูจน์ว่าโลกกลม.

ก. เงาของโลกที่ปรากฏที่ดวงจันทร์ในเวลากลางคืน หรือในเวลาที่เกิดจันทรุปราคาโค้ง แสดงว่าโลกกลม.

ข. เมื่อยืนอยู่ชายฝั่งทะเลมองดูเรือใบเห็น เสากระโดงก่อนจะดูตัวเรือ.

ค. ไม่ได้เห็นดวงอาทิตย์พร้อมกันทุกประเทศ.

ง. เดินเรือมุ่งหน้าไปทางทิศเดียว จะกลับมากำหนดได้.

จ. ดาวพระเคราะห์อื่น ๆ ฤกษ์ใดที่เป็นดาวพระเคราะห์
ดวงหนึ่งควรจะฤกษ์กัน.

แบบฝึกหัดที่ ๗

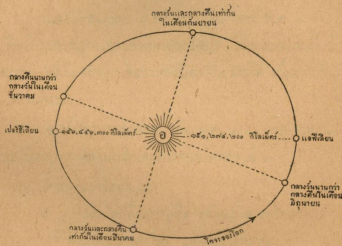
๑. จงเล่าถึงการเดินเรือของ โคตรมัตถ์ และอธิบายว่าสำคัญ
อย่างไรในเรื่องความเชื่อของคนสมัยก่อน.

๒. การเดินเรือของแมกเกแดนสำคัญอย่างไร ?

๓. จงหาข้อพิพาทว่า โลกกลมมา นอกจากที่มอยู่ในบทเรียน.

การเคลื่อนไหวของโลก

โคจรของโลก ดังได้กล่าวแล้วว่า โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ ทางเดินของโลกรอบดวงอาทิตย์เรียกว่า โคจรของโลก โคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรีรูปไข่ มีระยะห่างจากดวงอาทิตย์ ไม่เท่ากัน โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ที่สุดประมาณ ๑๕๑,๒๗๔,๒๐๐ กิโลเมตร และอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุดประมาณ ๑๔๖,๔๔๖,๓๐๐ กิโลเมตร.



การเคลื่อนไหวของโลก รูปที่ ๑๖

การเคลื่อนไหวของโลก โลกของเราได้ด้อยอยู่กับที่เฉยๆ โลกย่อมหมุนรอบตัวเองไปด้วยคล้ายกับลูกข่าง แต่อาการหมุนของโลกต่างกับการหมุนของลูกข่าง ที่ว่าลูกข่างหมุนบนแกนปักดิน

ส่วนโลกไม่มีแกน ถึงมักไม่มที่จะบก อากาศหมุนของโลกมีอยู่ ๒ ประการคือ

๑. หมุนรอบตัวเอง คือสมมุติว่าโลกเรามาแกนตรงกลางทะลุ ขวเหนือขวใต้คล้ายลูกข่าง โลกหมุนจากตะวันออกไปตะวันตก หรือ พัดออกอย่างหนึ่งก็คือหมุนตามเข็มนาฬิกาเดิน เมื่อหมุนครบหนึ่ง รอบเรียกว่าหนึ่งวัน ซึ่งกินเวลา ๒๔ ชั่วโมง (ความจริงไม่ครบ ๒๔ ชั่วโมงแท้) อากาศหมุนรอบตัวเองทำให้เกิดเวลากลางวันกลางคืน ตามที่ต่าง ๆ ดังจะได้กล่าวต่อไป นอกจากนั้นทำให้แนวแกนของโลก ไม่ตรง บางคราวก็เอียงเอราขวโลกเหนือเข้าหาดวงอาทิตย์ และบาง คราวก็เอียงออก.

๒. หมุนรอบดวงอาทิตย์ การหมุนรอบดวงอาทิตย์ โลก หมุนทางตะวันออกไปตะวันตก โคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์เป็น รูปไข่ โลกจึงมีโอกาสดำเข้าใกล้ดวงอาทิตย์บ้างไกลบ้างเป็นเหตุให้ เกิดฤดูกาลต่าง ๆ ขึ้น ระยะที่โลกอยู่ห่างดวงอาทิตย์มากที่สุดประมาณ ๑๕๑,๒๗๔,๒๐๐ กิโลเมตร และใกล้ที่สุด ๑๔๖,๔๔๖,๓๐๐ กิโลเมตร การหมุนรอบดวงอาทิตย์ ๑ รอบเป็นเวลา ๑ ปี หรือ ๓๖๕ วัน ดังนั้น ถ้าถือว่า ๑ ปีมี ๓๖๕ วัน ทุก ๆ ๔ ปีจะต้องเพิ่มวันอีก ๑ วัน (คือเดือน กุมภมาสเพิ่ม ๒๕ วัน) เป็น ๓๖๖ วัน ซึ่งเรียกว่า ปีอธิกวาร.

การที่โลกหมุนทำให้เกิดผลดังต่อไปนี้:-

๑. ทำให้มีกลางวันกลางคืน.

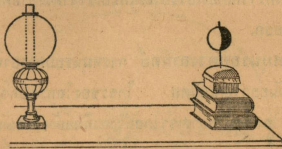
๒. ทำให้มีฤดูร้อนฤดูหนาว.

๓. ทำให้เกิดกลางวันกลางคืน.

๔. ทำให้เห็นดวงอาทิตย์เคลื่อนไปมาในระยะเวลาต่าง ๆ กัน.

๕. ทำให้เห็นดาวแต่ละดวงจันทร์เดินรอบโลกทุก ๆ ๒๔ ชั่วโมง

กลางวันกลางคืน หาวของกลม ๆ เช่น ผลมะนาว ผลส้มหรือ
ลูกหนึ่งก็ได้ แล้วยึดด้วยไม้เดียมแหลมตลอดกลาง หาคะเก้ง
มาจุดได้ คราวนี้ตั้งไม้ค้ำตะเกียงเป็นดวงอาทิตย์ และผลกลมนั้น
เป็นโลกจะเห็นจริงว่าทางส่วนที่ได้รับแสงตะเกียงนั้นสว่าง ส่วนทาง
ตรงข้ามจะมืด.



แสดงการเกิดกลางวันและกลางคืนของโลก ตะเกียงเป็นดวงอาทิตย์ ลูกกลมสมมุติ

เป็นโลก ส่วนสว่างเป็นกลางวัน ส่วนมืดเป็นกลางคืน รูปที่ ๑๑

เพราะโลกกลม ค้ำบดต่าง ๆ บนพื้นโลกจึงได้รับแสงอาทิตย์ไม่
เหมือนกัน เมื่อโลกหมุนรอบตัวเอง ส่วนใดได้รับแสงแดด ส่วนนั้น
ก็เรียกว่า กลางวัน ส่วนที่ตรงข้ามที่ไม่ได้รับแสงแดด ก็เป็นเวลา
กลางคืน.

แต่เนื่องจากเวลาโลกหมุนเอียงเข้าเอียงออกอยู่ จึงทำให้เวลา

กตางค์กันดั่งกันไม่เท่ากัน บางแห่งของโลกมีกตางค์กันดั่งกันสั้น ๆ ยาว ๆ ผิดกันมาก.

ฤดู อากาศที่โลกเดินเฉียง ๆ ตามโคจรรอบดวงอาทิตย์ ซึ่งมีระยะห่างจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน ทำให้ตำบลต่าง ๆ บนพื้นโลกได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ ไม่สม่ำเสมอ คือไวบ้างช้าบ้าง แสงส่องลงมาถูกโดยตรงบ้างเฉียงบ้างตลอดระยะปีหนึ่ง จึงทำให้เกิดเป็นฤดูขึ้น.

ถ้าส่วนใดของโลกได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงและนาน ตำบลนั้นก็มีฤดูร้อน.

ถ้าส่วนใดของโลกได้รับแสงอาทิตย์เฉียง ๆ และเวลาได้รับน้อย ตำบลนั้นก็มีฤดูหนาว.

ตามธรรมชาติของตำบลต่างๆในโลกควรจะมีเพียง ๒ ฤดู แต่เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศและท่าเลของตำบลนั้นๆ ต่างกันออกไป จึงทำให้มีฤดูไม่เหมือนกัน ประเทศที่อยู่ในเขตร้อนมีฤดูถึง ๔ ฤดู.

ฤดูในประเทศไทย ไทยเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อนเหนือเส้นศูนย์สูตรของโลก กล่าวโดยทั่วไปฤดูในประเทศไทยมีดังนี้.

๑. **ฤดูร้อน** ตั้งแต่วันแคปลายเดือนมีนาคมถึงปลายเดือนกันยายน รวม ๖ เดือน เป็นเพราะส่วนเหนือของโลกเอนเข้าหาดวงอาทิตย์.

๒. **ฤดูหนาว** ตั้งแต่วันแคปลายเดือนกันยายนจนถึงปลายเดือนมีนาคม รวม ๖ เดือน ในภาคนี้ส่วนเหนือของโลกหันออก ส่วนใต้ของโลกเอนเข้าหาดวงอาทิตย์.

แต่เมื่อพูดถึงฤดูจริง ๆ ในประเทศไทย แล้ว ไม่เป็นไปตามนั้น เพราะประเทศไทยตั้งอยู่บนฝั่งทะเล ย่อมได้รับลมจากทะเลที่หอบเอาไอน้ำมาด้วย ทำให้เกิดมรสุมฝน ดังนั้นเราแบ่งฤดูของประเทศไทยออกเป็น ๓ ฤดู คือ.

๑. ฤดูร้อน ตั้งต้นจากเดือนมีนาคม ถึง ปลายเดือนพฤษภาคม เป็นเวลาราว ๓ เดือน.

๒. ฤดูฝน ตั้งต้นจากเดือนมิถุนายนถึงปลายเดือนพฤศจิกายน เป็นเวลาราว ๖ เดือน.

๓. ฤดูหนาว ตั้งต้นจากเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ รวมเป็นเวลาราว ๓ เดือน.

สังเขปความ

๑. โคจรของโลก คือทางเดินของโลกที่หมุนรอบดวงอาทิตย์ มีรูปเป็นรูปไข่.

๒. อากาโรหมุนของโลกมี ๒ อย่าง.

ก. หมุนรอบตัวเอง หมุนจากทางซ้ายไปทางขวา คือ หมุนตามเข็มนาฬิกา.

ข. หมุนรอบดวงอาทิตย์ หมุนจากทาง ตะวัน ออกไป ตะวันตก.

๓. ส่วนใดของโลกได้รับแสงแดด ส่วนนั้นเรียกว่า กลางวัน ส่วนที่ตรงข้ามไม่ได้รับแสงแดดเรียกว่า กลางคืน.

๔. ฤดูเกิดขึ้นโดยอาการที่โลกเดินเฉียง ๆ รอบดวงอาทิตย์ และ
ในปีหนึ่งโลกอยู่ห่างดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน.

๕. ประเทศไทยมี ๓ ฤดู คือ ฤดูร้อน ฤดูฝน ฤดูหนาวและฤดูร้อน.

แบบฝึกหัดบทที่ ๘

๑. การหมุนรอบตัวเองของโลกมีผลอย่างไรบ้าง ?
๒. การที่โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ เกิดผลอย่างไรบ้าง ?
๓. กลางวันกลางคืนเกิดขึ้นได้อย่างไร ? จงอธิบาย.
๔. จงอธิบายถึงฤดูในประเทศไทย บอกเวลาตั้งต้นและสิ้นสุด.



บทที่ ๙

ดวงจันทร์

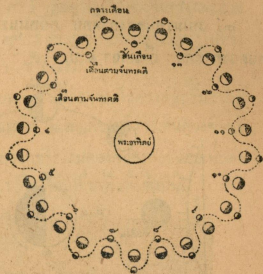
ดวงจันทร์ นับว่าเป็นดาวพระเคราะห์ดวงหนึ่ง แต่นับเป็นบริวารของดาวพระเคราะห์ดวงอื่น โลกเรามีดวงจันทร์เป็นบริวาร ๑ ดวง ขนาดของดวงจันทร์ที่เราเห็น ดูเหมือนจะใหญ่กว่าดวงอาทิตย์ แต่ความจริงไม่ใหญ่กว่าซ้ำเล็กกว่าหลายพันเท่า ดวงจันทร์อยู่ห่างจากโลกเราประมาณ ๓๘๔,๐๐๐ กิโลเมตร (ประมาณ ๒๔๐,๐๐๐ ไมล์) มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๓,๔๖๑ กิโลเมตร (๒,๑๖๓ ไมล์) เล็กกว่าโลกเราประมาณ ๘๐ เท่า.



บนผิวของดวงจันทร์ รูปที่ ๑๘

ลักษณะผิว พนมผิของ ดวงจันทร์ ตาม ที่ เห็น จาก กล้องโทร-
ทรรศน์บนหอคอย บางแห่งเป็นรอยบุ๋มลึกลงไปคล้ายปากปล่องภูเขาไฟ
บางแห่งก็เป็นสันเขาสูง ที่เรามองเห็นในคืนวันเพ็ญเป็นรูปกระด้ายอยู่
ในดวงจันทร์และมีนัยยะแตกต่างกันแปลก ๆ นั้น ที่แท้คือรูปเขาเหล่านั้นเอง.

ผิวดวงจันทร์ ทาง
ด้านหนึ่ง ได้รับแสง อา-
ทิตย์ แล้วยังสะท้อนมายัง
โลกเรา ทางด้านอื่นมืด
แต่ถ้าจะถามว่า ทำไม
แสงจันทร์จึงเย็น เราก็
ต้อง ทำการทดลองจาก
ของจริงกันอีก ต้องนำ
กระจกเงาไปกลางแจ้งแดด
แล้วฉายแสงสะท้อนไปที่



โคจรของดวงจันทร์รอบโลก และรอบ
ดวงอาทิตย์ตลอดปี รูปที่ ๑๑

ใครคนหนึ่งในบ้าน เขาจะไม่รู้สึกร้อนหรือจะรู้สึกบ้างก็เพียงเล็กน้อย
เมื่อดวงจันทร์อยู่ห่างโลกเรา ๓๘๔,๐๐๐ กิโลเมตร แสงสะท้อนจะ
ร้อนได้อย่างไร.

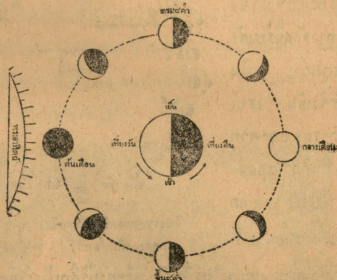
ดวงจันทร์ทางด้านที่ไม่ได้รับแสงสว่างเย็นจัด เย็นยิ่งกว่าทาง
ของโลกเหนือและใต้ของเราเสียอีก เมื่อทางด้านหนึ่งร้อนจัดและอีกด้าน
หนึ่งเย็นจัด จึงไม่ปรากฏว่ามีสิ่งมีชีวิตอยู่บนผิวดวงจันทร์เลย.

อาการหมุนของดวงจันทร์ ดวงจันทร์มีอาการหมุน ๓ อย่าง

๑. หมุนรอบตัวเองกินเวลาประมาณ ๒๙ $\frac{1}{2}$ วัน ซึ่งเท่ากับเวลาที่หมุนรอบโลกด้วย.

๒. หมุนรอบโลกรอบหนึ่งกินเวลาราว ๒๙ $\frac{1}{2}$ วัน.

๓. หมุนรอบดวงอาทิตย์ คือหมุนรอบโลกตามโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ เป็นเวลา ๑ ปี.



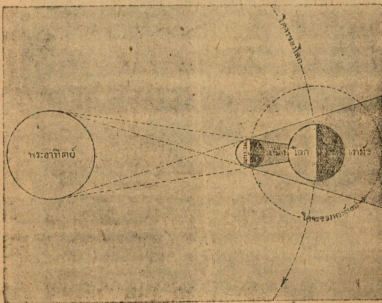
ข้างขึ้น และข้างแรม รูปที่ ๒๐

ข้างขึ้นข้างแรม ในเวลาใดก็ตามที่เราเห็น ดวงจันทร์ มีรูปไม่เหมือนกัน และบางครั้งก็มืดไปเสียๆ ทั้งนี้เพราะดวงจันทร์อยู่ไม่คงที่ของหมุนรอบโลกเสมอ ถ้าเมื่อใดดวงจันทร์อยู่ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ คือหันด้านมืดมาหา เราจะไม่เห็นแสงจันทร์ คือจากนั้นไปดวงจันทร์หมุนเคลื่อนที่ เราเริ่มเห็นแสงจันทร์ และเห็นดวงจันทร์

เสียหนังสือแห่งไปทางทิศตะวันออก เราเรียกดวงจันทร์ตอนนั้นว่าข้างขึ้น.

เมื่อดวงจันทร์อยู่ตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ มีโลกเรอยกกลาง ดวงจันทร์หันด้านสว่างมายังเรา เราเห็นพระจันทร์เต็มดวง เราเรียกว่า พระจันทร์เพ็ญ (ขึ้น ๑๕ ค่ำ) ต่อจากนั้นไปดวงจันทร์เริ่มแหว่ง จนในที่สุดเหลือดวงจันทร์เสี้ยวดวงข้างขึ้นอื่นๆ แต่หันข้างแหว่งไปทางทิศตะวันตกเราเรียกดวงจันทร์ว่า ข้างแรม.

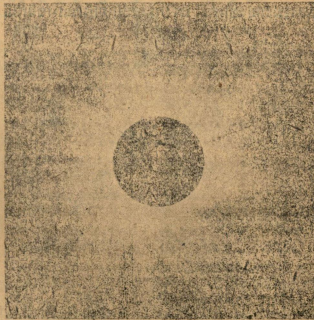
ข้อควรระวังเกิดก็คือ ในเวลาข้างขึ้นเราจะเห็นดวงจันทร์ปรากฏอยู่บนฟ้าตั้งแต่เวลาเย็น เว้นแต่ในวันเพ็ญต่อคำจึงจะเห็นดวงจันทร์โผล่ขึ้นทางทิศตะวันออก แต่ในเวลาข้างแรมดวงจันทร์จะขึ้นต่อเมื่อค่ำแล้ว ยิ่งข้างแรมแก่ยิ่งขึ้นบ้าง คนเกือบเที่ยงคืนถึงขึ้นก็มี.



สุริยคราสเกิดขึ้นเมื่อดวงอาทิตย์ดวงจันทร์และโลกอยู่แนวเดียวกัน รูปที่ ๒๐

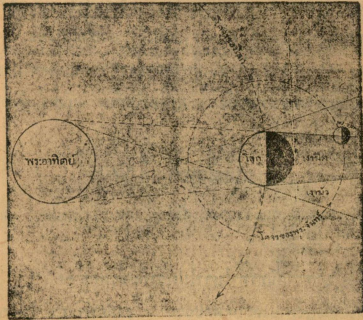
สุริยคราส สุริยคราสเกิดขึ้นเมื่อดวงจันทร์เดินทางมาบังอยู่ระหว่างกลางโลกกับดวงอาทิตย์ เงาของดวงจันทร์ทำให้ตำบลใดตำบลหนึ่งบนพื้นโลกมืดไปชั่วคราว สุริยคราสเกิดขึ้นในเวลากลางวันและไม่ได้เห็นกันทั่วไป บางคราวตำบลหนึ่งเห็นมืดเต็มดวง ตำบลหนึ่งเห็นแหว่งไปบ้าง แต่อีกตำบลหนึ่งไม่เห็นเลยก็มี.

จันทรคราส จันทรคราสเกิดขึ้นเมื่อดวงจันทร์อยู่ตรงข้ามกับดวงอาทิตย์บนโลกอยู่กลาง เงาของโลกไปบังดวงจันทร์ ทำให้แฉกเห็นดวงจันทร์มืดชั่วคราว จันทรคราสเกิดขึ้นในเวลากลางคืน และเห็นได้ในตำบลต่างๆ ที่อยู่แถบเดียวกันไม่เหมือนกับ สุริยคราส เมื่อ



สุริยคราสแสดงตอนจันทรคราส รูปที่ ๒๒

ดวงจันทร์เริ่มมีตะเห็นเป็นเงาดำโค้งค่อยๆ เกลิบเข้าไป เงาหนักคือเงาของโลก จึงเป็นข้อสังเกตได้อีกประการหนึ่งว่า โลกเรากลม เมื่อดวงจันทร์หมดดวงเรียกว่า จันเต็มคราส.



จันทรคราสเกิดขึ้นเมื่อดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์อยู่แนวเดียวกัน รูปที่ ๒๓

สังเขปความ

๑. ดวงจันทร์เป็นดาวพระเคราะห์ดวงหนึ่ง เป็นบริวารของดาวพระเคราะห์ดวงอื่น อยู่ห่างจากโลกเราประมาณ ๓๘๔,๐๐๐ กม. มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๓,๔๖๑ กม.
๒. แสงจันทร์เป็นแสงสะท้อนของดวงอาทิตย์ เหมือนแสงอาทิตย์ที่สะท้อนจากกระจกเงาไปถูกวัตถุใดหนึ่ง บนดวงจันทร์ไม่มีสิ่งมีชีวิตเลย.

๓. ดวงจันทร์มีอาการหมุน ๓ อย่าง ๑. หมุนรอบตัวเอง
 ๒. หมุนรอบโลก และ ๓. หมุนรอบดวงอาทิตย์.
 ๔. ข้างขึ้น ข้างแรม เกิดขึ้นเพราะดวงจันทร์หมุนรอบโลก.
 ๕. สุริยุคราส เกิดขึ้นเมื่อ ดวงจันทร์เดินทางมาบัง อยู่ระหว่าง
 กลางโลกกับดวงอาทิตย์ สุริยุคราสเห็นได้ในเวลากลางวัน.
 ๖. จันทรคราส เกิดขึ้นเมื่อโลกอยู่ระหว่างกลางดวงอาทิตย์กับ
 ดวงจันทร์ที่อยู่ในแนวเดียวกันเงาของโลกไปทับดวงจันทร์ จันทรคราส
 เห็นได้ในเวลากลางคืน.

แบบฝึกหัดบทที่ ๙

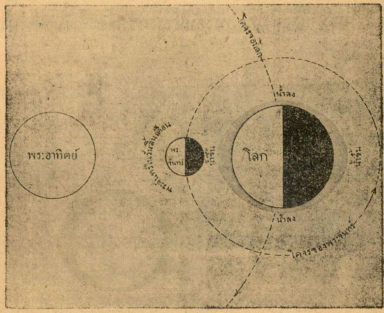
๑. ตามที่ผู้ใหญ่ว่าว่ามีกะต่ายอยู่ในดวงจันทร์นั้น ท่านเชื่อ
 หรือไม่ เพราะเหตุใด ?
 ๒. บนดวงจันทร์ทำไมจึงไม่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่เลย ?
 ๓. จงอธิบายและให้เหตุผลว่า 'ราหูอมจันทร์' หรือ 'ราหู
 อมอาทิตย์' นั้นไม่เป็นความจริง.
 ๔. เราจะสังเกตดวงจันทร์ในเวลาข้างขึ้น ข้างแรมได้อย่างไร ?

414
507
ว. 5432

บทที่ ๑๐

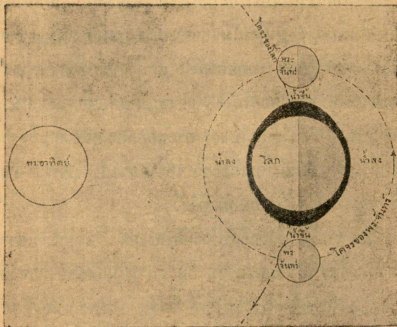
ความสำคัญของดวงอาทิตย์

น้ำเอ่อ-น้ำลด วัตถุใหญ่ๆ เช่น ดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์
ย่อมมีความดึงดูดซึ่งกันและกัน ดวงอาทิตย์ใหญ่มากก็มีความดึงดูด



น้ำเอ่อเมื่อดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์อยู่ข้างเดียวกันกับโลก รูปที่ ๒๔
มาก แต่อยู่ห่างจากโลกมาก ดังนั้นถึงแม้ดวงจันทร์ซึ่งมีความดึงดูด
น้อย แต่อยู่ใกล้โลกมากกว่า จึงมีกำลังดึงดูดได้มากกว่าอำนาจความ
ดึงดูดจากดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์นี้ทำให้habenพื้นโลกของเรามีการ
ขึ้นและลง.

ดวงอาทิตย์ขดกัน ทำให้สิ่งมาถึงโลกไม่เต็มที่ แต่อำนาจความดึงดูด
ของดวงจันทร์มีมากกว่า ดังนั้นแถบตรงกับดวงจันทร์จึงเข้
เล็กน้อย ส่วนที่ขอบบดง ดังนั้นเรียกว่า น้ำลด (รูปที่ ๒๖)



น้ำลดเมื่อดวงอาทิตย์ดวงจันทร์อยู่เป็นมุมฉากซึ่งกันและกัน รูปที่ ๒๖

ความสำคัญของดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์นับว่าสำคัญสำหรับ
เรามาก เพราะดวงอาทิตย์ให้แสงสว่างแก่เราในเวลากลางวันทั้งให้
ความร้อน ความอบอุ่น นอกจากนั้นแสงจันทร์ที่เราเห็นในเวลากลางคืน
ก็เป็นแสงสะท้อนจากดวงอาทิตย์ ดังนั้นถ้าไม่มีดวงอาทิตย์ เราจะ
อยู่ในโลกด้วยความมืดและมีชีวิตอยู่ไม่ได้.

ไม่ใช่แต่เราเท่านั้นจะอยู่ในโลกไม่ได้ถ้าไม่มีดวงอาทิตย์ สัตว์
ก็ต้องการแสงอาทิตย์เหมือนกัน ผู้ที่เคยปลูกต้นไม้แล้วคงจะเห็นจริงว่า

ยอกไม้ถ้าเราเอาไว้ในร่มจะแห้งไปทางแสงแดดเสมอ นอกจากนั้นถ้อง
หากเราครอบคันหม้ายติดต้องดำมฉม แล้วเบ็ดจะเห็นว่าคันหม้ายดี
ชาวที่เคยดู ถ้าทิ้งไว้นานๆ โดยไม่ให้แสงแดดเข้าไปได้ก็จะตาย.

ประเทศเราเป็นประเทศกสิกรรม ที่ทำนา ทำสวนกันมาก ก็จึง
แต่ชาวนาต้องการแสงอาทิตย์ไม่น้อยกว่านาฝนเหมือนกัน เขาต้องการ
นาฝนเพื่อให้น้ำรดข้าวออกงามออกรวง แต่ถ้าฝนตกทั้งตำบลเขาจะไม่
แต่รดรวงข้าวที่ปลูกเก็บเกี่ยวไม่ได้ และเมื่อเก็บเกี่ยวแล้วจะนำมาฝ่ง
แสงแดดให้แห้ง จะได้เอาไปนวดเอาดินออกคงเหลือแต่เมล็ดข้าวเก็บ
ไว้ต่อไปก็ได้ ในหน้าเก็บเกี่ยวข้าวแสงแดดจึงสำคัญนัก ถ้าฝนตก
ลงมาอาจทำให้เมล็ดข้าวงอกหมดก็ได้.

นอกจากนี้ชาวสวนก็ต้องอาศัยแสงแดด บางคราวเขาจะเก็บ
ผลไม้ที่ยังไม่ทันสุก เช่นมะม่วงดิบ การบ่มก็ชอบให้ผลไม้เหล่านี้
นั้นให้ได้รับความร้อนตามธรรมชาติจะได้สุก พวกเมล็ดพืชต่าง ๆ
ก่อนเพาะเขามักจะฝังแดดให้แห้งสนิทเสียก่อนเสมอ.

ในหน้าร้อนเรามักชอบไปนั่งเล่นตามร่มไม้ในส่วนและที่สาธารณะ
ต่าง ๆ เช่น เขาดินวนา หรือสวนลมพิษ เพื่อพักผ่อนให้หายร้อน แสง
แดดก็ต้องมาเมื่อกะทบพุ่มไม้เขาก็จะไม่ทะลุลงมา หรือผ่านลงมาบ้าง
ก็เป็นส่วนน้อย ทำให้เกิดเป็นเงาร่ม ความร้อนกับบรรเทาลง ร่มไม้จึง
เหมาะสำหรับพักผ่อนดีมาก.

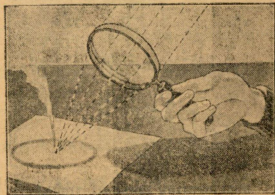
ตะวันยอแสง พอตกเย็นดวงอาทิตย์จะจากขอบฟ้าไปแล้ว
ความร้อนก็จะเบาบางลง และความสว่างก็จะค่อย ๆ จางลงไปด้วย

เมื่อดวงอาทิตย์ดับลงไปใหม่ ๆ จะยังคงมีแสงสว่างอยู่บ้าง บางคราวจะทำให้ท้องฟ้ามีสีต่าง ๆ เช่น แดง แดง หรือเหลืองนํ้าตา เราเรียกว่า ตะวันยอแสง พอหลังจากความมืดเข้ามาแทนที่ ถ้าไม่มืดจนทึบ หรือดวงดาว เราจะไม่ได้รับแสงสว่างจากที่ไหนเลย โลกเราในกลางคืนก็จะมืดมิด.

แว่นแก้วนูน ความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ส่งมายังโลกไม่ไ้ช้่น้อย แต่เนื่องจากโลกเรากลับมาจึงรับความร้อนได้ไม่เหมือนกัน มีผู้กล่าวว่าในแถบทะเลทราย ทะฮาร่า ที่อยู่ในทวีปอาฟริกา ซึ่งอยู่ในแนวเส้นศูนย์สูตรของโลกนั้นร้อนจัดมาก ถึงกับเอาปถาวางย่างบนหินกะจกก็สุกได้.

ถ้าเราสามารถทำให้ความร้อนจากแสงแดดรวมกันเข้าเป็นจุดเล็ก ๆ จะทำให้เกิดไฟขึ้น ลองหาแว่นแก้วนูน เช่นกะจกแว่นตาคนตายตายาว หรือกะจกโคมตาวิวดสมัยก่อนก็ได้มาถือกลางแดด เราจะสังเกตเห็นว่าถ้าถืออยู่ตั้งไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ค่อย ๆ กดให้ต่ำลง ๆ จะสังเกตเห็นว่าแสงที่ฉาย

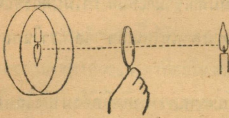
ลอดแว่นแก้วนูน จะรวมกันเข้าที่จุด ในที่สุดจะรวมกันเป็นจุดเล็กจนวอดจิด ถ้านำหัวไม้ขีดไฟ เคียงไม้เล็ก ๆ หรือกระดาษไป วางไว้ตรง



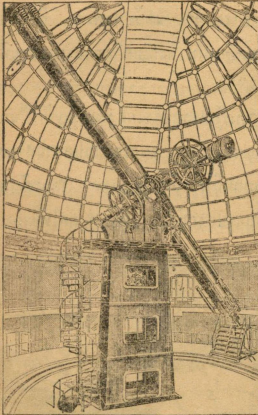
จุดนั้นจะถูกเป็นไฟได้ แสง

แว่นแก้วนูนรวมแสงและความร้อนรูปที่ ๒๓

ว่าจุดนั้นมีความร้อนจัดมาก จึงทำให้ไฟติดดังกล่าวนั้น เป็นวิธีหนึ่ง
ที่ลูกเรือใช้ก่อไฟในเวลาที่ไปล่าและขาดแคลนไม้ขีดไฟ.



แว่นแก้วนั้นทำให้เกิดภาพจริงหัวกลับ รูปที่ ๒๗



กล้องโทรทรรศน์ในหอดูดาว รูปที่ ๒๘

หลายอย่าง นักวิทยาศาสตร์ได้นำมาใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่อง

ภาพ นอกจากนั้นแว่น
แก้วนั้นยังมีประโยชน์ สำหรับ
ทำให้เกิดภาพได้ ดังหาก
คนตาชามาตั้งแผ่นแก้วไว้ข้าง
หลัง แว่น แก้ว นั้น เมื่อเลื่อน
แว่น แก้ว นั้น ไป มา จนได้ ระยะ
จะปรากฏ ทางขึ้น ที่ กระดาษ
ขาวแต่จะกลับเอา หัวตั้ง และ
รูปเล็กตั้งบ้างขยายใหญ่ที่ปาก
กล้อง ถ่าย รูป ก็ มี แว่น แก้ว นั้น
อยู่ ถ้าเปิดปากกล้องแล้ว
มองดู ทางข้างหลัง ของกล้อง
จะเห็นภาพ หัวกลับ เช่นเดียว
กัน ถ้าต้องการให้ภาพหัว
ตั้งตามเดิม และชัดเจนนยิ่งขึ้น
ต้องใช้ แว่น แก้ว นั้น หลาย อัน
ประโยชน์ ของ แว่น แก้ว นั้น มี

เมื่อใช้ค้นคว้าในทางวิทยาศาสตร์ เช่น กล้องจุลทรรศน์ มีประโยชน์
สำหรับตรวจค้นเชื้อโรคหรือวัตถุเล็กๆ ที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น กล้อง
โทรทรรศน์สำหรับใช้ตรวจดูสิ่งของที่อยู่ไกล ๆ มาก เช่น ดวงดาว
ในท้องฟ้า หรือกล้องส่องทางไกลชนิดธรรมดาสำหรับมองดูวัตถุ
ไกล ๆ ให้เห็นใกล้เป็นต้น.

สิ่งแปลกความ

๑. น้ำเอช น้ำดก เกิดขึ้นโดยอำนาจดึงดูดของดวงอาทิตย์
และดวงจันทร์.

๒. ก. น้ำเอช เกิดขึ้นเมื่อดวงอาทิตย์ดวงจันทร์อยู่ข้างเดียว
กับกับโลกหรืออยู่ตรงกันข้ามกันคนละข้างกับโลก โดยมากตรงกับวันขึ้น
หรือแรม ๑๕ ค่ำ.

ข. น้ำดก เกิดขึ้นเมื่อดวงอาทิตย์ดวงจันทร์อยู่เป็นมุมฉากซึ่ง
กันและกัน โดยมากตรงกับขึ้นหรือแรม ๘ ค่ำ.

๓. ดวงอาทิตย์สำคัญแก่เรามาก เพราะให้ความสว่าง ความ
ร้อน และทำให้มนุษย์ สัตว์ พืช มีชีวิตอยู่ได้ นอกจากนั้นแสงจันทร์
ก็เป็นแสงสะท้อนของดวงอาทิตย์.

๔. เราอาจทำให้เกิดไฟได้โดยใช้แว่นแก้วนั้น และนอกจากนั้น
แว่นแก้วนั้นยังทำให้เกิดภาพซึ่งเรานำมาเป็นส่วนประกอบของเครื่องถ่าย
รูป กล้องจุลทรรศน์และกล้องโทรทรรศน์ ฯลฯ

แบบฝึกหัดบทที่ ๑๐

๑. ทำไมในวันขึ้นหรือแรม ๘ ค่ำนาจึงน้อยกว่าวันขึ้นหรือแรม

๑๕ ค่ำ.

๒. บอกประโยชน์ของแสงแดดที่สำคัญมาด้ก ๓ ข้อ.

๓. ตะวันยอแสงนั้นเป็นอย่างไร ? จงอธิบาย.

๔. จงแสดงวิธีที่จะทำให้เกิดฟ้าขึ้นโดยใช้แว่นแก้วนูน.

๕. ถัดยงโทรทรรศน์กับถัดยงจุลทรรศน์ มีประโยชน์อย่างไร

บ้าง ? จงอธิบายเท่าที่ทราบ.

บทที่ ๑๑

ความรู้สึกรอนหนาว

ความรู้สึกรอนเย็น ถ้าเราจับเปลวเทียนไขและก้อนน้ำแข็งดู
จะรู้สึกว่าเป็นอย่างไร ? ก็รู้สึกได้ว่า เปลวเทียนไขร้อน ส่วนก้อนน้ำแข็ง
นั้นเย็น ทำไมเราจึงรู้สึกเช่นนั้น ? คำตอบง่าย ๆ ก็คือเปลวเทียนไข
ร้อนกว่ามือเรา แต่ส่วนก้อนน้ำแข็งนั้นเย็นกว่ามือเราหรือมือเราร้อน
กว่า ความร้อนทำให้ร่างกายเรามีความรู้สึกแปลก ๆ ถ้าสิ่งใดร้อนมาก
กว่าร่างกายเรา เราก็มักจะเรียกสิ่งนั้นว่าร้อน ถ้าสิ่งใดมีความร้อนน้อย
กว่าร่างกายเรา เราก็มักจะเรียกสิ่งนั้นว่าเย็น.

เราทุกคนคงเคยดูภาพยนตร์แล้ว คงสังเกตเห็นว่า พวกฝรั่ง
หรือพวกที่อยู่ทางเหนือ ๆ ของโลกเช่น พวกเอสกิโมแต่งกายอย่างไร
เขาสวมเสื้อผ้าตัวหนา ๆ ทั้งนั้นและได้กันตงต้องชันสามชั้น ครึ่งกัน
ข้ามพวกคนป่าในอาฟริกาหรือทอน พวกคนเปลือยตัวเป็นมันขัดมันจับกับ
แสงอาทิตย์ จะต้องการผ้าบางก็เพียงปกปิดร่างกายบางส่วนของเท่านั้น
เราก็มักจะหรือเปล่านั้น ทำไมมนุษย์ทั้งสองพวกนี้จึงต้องนุ่งห่มแตกต่างกัน
กัน ? ข้อแตกต่างข้อแรกก็คือ เขาอยู่ในภูมิประเทศไม่เหมือนกัน
พวกคนป่าในอาฟริกาอยู่ในแถบที่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ของโลก ซึ่งได้รับ
แสงอาทิตย์อยู่เกือบตลอดปี อากาศร้อนจัด ส่วนพวกฝรั่งพวกเอสกิโม

อยู่ทางขั้วโลกเหนืออยู่เหนือเส้นศูนย์สูตรขึ้นไปมาก ไม่ค่อยได้รับความร้อนจากแสงแดดอากาศจึงหนาว.

เราคงทราบได้ดวอากาศหนาวร้อนเป็นอย่างไ เราเองในตอนกลางคืนหนาวผ้าห่มกฉน เราจะใช้ห่มจนหมดเพื่อให้อบอุ่น แต่บในฤดูร้อนเราอยากจะนอนตัวอ่อนจอนผ้าห่มกไม่อยากจะแคะ ดังนั้น ความรู้สึกร้อนหนาวนเอง บังคับให้มนุษย์นงห่มแตกต่างกัน ถ้ากใดอากาศร้อนพลเมืองในประเทศนั้น กไม่จำเป็นตอง ชวนชววยในเรื่องเครื่องแต่งตัวนถ แต่ในทใดอากาศหนาวหรือหนาวจัด พลเมืองกจำเป็นตองใช้เครื่องแต่งกายมาก เพื่อเก็บความร้อนไว้ให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย.

ความรู้สึกร้อนหนาวตลอดปี ในระหว่างเดือนมกราคมถึงพฤษภาคมนเป็นฤดูร้อนของประเทศไทย อากาศร้อน โรงเรียนจึงหยุดการเรียนเป็นเวลาถึง ๕๑ วันเพื่อให้เราได้พักผ่อน ซึ่งเรามากถอโอกาสไปเที่ยวตามชนบทหรือตามตำบลชายทะเล.

แต่ตรงกันข้ามในเดือนธันวาคม มกราคม สองเดือนนี้อากาศหนาวเราต้องกักตยว แสงแดดกับไฟเป็นเพื่อนทให้ความอบอุ่นทกที่สุด เสื้อผ้ามเท้าไรขนมาใส่ห่มด.

อากาศที่นับว่าสบายที่สุดคือไม่ร้อนนถและไม่หนาวนถ เห็นจะเป็นฤดูฝน ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงพฤศจิกายน แต่กชื้นแฉะ และโดยมากเวลาจะไปในไหนจะต้องมีร่มหรือเครื่องกั้นฝนติดไปด้วย.

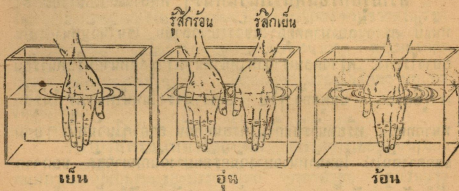
รวมความว่า ในเวลาตลอดปี^๒ ความรู้สึกของเราต่าง ๆ กันตาม
 ระยะของฤดู คือถ้าฤดูร้อนอากาศรอบ ๆ ตัวเรา^๑ ร้อนกว่าตัวเรา เรา^๑ รู้สึก
 ร้อน ฤดูหนาวอากาศรอบ ๆ ตัวเราเย็นกว่าตัวเรา หรือพูดอีกอย่าง
 หนึ่งถ้าตัวเรา^๑ ร้อนกว่าอากาศที่อยู่รอบ ๆ มากเรา^๑ รู้สึกหนาว ถ้า
 ความร้อนในร่างกายเรา^๑ ต่ำกว่าอากาศเพียงเล็กน้อย เรา^๑ รู้สึกสบาย.

ความรู้สึกร้อนหนาวในวันหนึ่ง ๆ ที่กล่าวแล้วเป็นระยะเวลา
 หนึ่งปี คราวนี้ลองมาคิดว่าในช่วงระยะเวลาดังนั้น ในวันหนึ่งจะเป็น
 อย่างไรบ้าง คราวก่อนเรา^๑ ถ้าหน้าหนาวเรา^๑ รู้สึกหนาวหรือหน้าร้อน
 เรา^๑ รู้สึกร้อน นั้นพูดทั่ว ๆ ไป แต่ความจริงในหน้าหนาวเรา^๑ ไม่รู้สึก
 หนาวทุกวัน หรือหน้าร้อนก็ไม่ได้อุ่นทุกวัน อากาศในวันหนึ่ง ๆ ย่อม
 แตกต่างกันไป ในหน้าหนาวบางวันก็ร้อนบางวันก็หนาวจัด นอกจาก
 นั้นในวันเดียวกันนั้นเอง ความร้อนหนาวยังต่างกันไปด้วย ในตอน
 กลางคืนหนาวจัด พอรุ่งเช้าค่อยบรรเทาลงบ้าง ตกกลางวันร้อน ตก
 เย็นเข้าเริ่มหนาวอีกกม ในวันหนึ่ง ๆ จึงเขาแน่นอนไม่ได้ว่า เมื่อไรร้อน
 เมื่อไรหนาว ย่อมมีอากาศเปลี่ยนแปลงเสมอตามความรู้สึก.

ความรู้สึกร้อนหนาวเป็นของไม่เที่ยง ถ้าจะเอาความรู้สึก
 ของมนุษย์เข้าวัดความร้อนหนาวจะได้ผลต่าง ๆ กัน คนอันร้อนจัดใน
 หน้าร้อน แต่คนผอมรู้สึกจะไม่เท่าไร หน้าหนาวคนผอมหนาวจนสัน
 แต่คนอันรู้สึกหนาวนิดหน่อยเท่านั้น กล่าวกันว่าผู้นำชาวเอธิโอเปีย
 ซึ่งเคยอยู่ในอากาศหนาวจัดมาอยู่ในประเทศอังกฤษ พวกนั้นนับว่า

ร้อนจนทนไม่ไหวตรงกับตายก็เหมือนกัน พวกเราต้องไปเที่ยวสังเกตดูบ้างจะ
หนาวแทบตายทีเดียว!

อย่าว่าแต่ความรู้สึกร้อนหนาวของคนอื่นๆจะแตกต่างกันเลย แม้
ตัวของเราเองก็เข้านอนไม่ได้ เวลาไม่สบายเป็นไข้เรารู้สึกหนาวจัด
ผ้าห่มห่มลงไป แต่ความจริงความร้อนของร่างกายเราสูงทีเดียว เพื่อ
จะให้เห็นจริง ต้องตั้งเครื่องทดสอบดังต่อไปนี้.



แสดงความรู้สึกร้อนหนาวของร่างกายไม่แน่นอน รูปที่ ๓๐

การทดลอง หาอ่างใส่น้ำมาสามใบ ใบหนึ่งใส่น้ำเย็นปนน้ำ
แข็ง ใบหนึ่งใส่น้ำธรรมดา อีกใบหนึ่งใส่น้ำเย็นปนน้ำร้อนเพียงอุ่นๆทุกพอ
ครึ่งแรกจุ่มมือขวาลงในอ่างน้ำเย็นปนน้ำแข็ง มือซ้ายลงในอ่างน้ำอุ่น
เราจะรู้ถึงความอบอุ่นเย็นมือซ้ายร้อน คราวนี้ยกมือทั้งสองมาจุ่มในอ่าง
น้ำธรรมดาพร้อมๆกัน จะรู้ถึงความอบอุ่นซึ่งเคยเย็นจะกลับร้อน ส่วน
มือซ้ายซึ่งเคยอุ่นจะกลับเย็น นี่เป็นผลแสดงให้เห็นว่า ความรู้สึกของ
ร่างกายเราเป็นของไม่เที่ยง ในเวลาเดียวกันสถานที่แห่งเดียวกันก็
ความรู้สึกต่างกันออกไปเสียแล้ว.

สังเขปความ

๑. ความรู้สึกรื้อถอนหนาวบังคับให้มนุษย์หนึ่งห่มแตกต่างกัน.
๒. เรา^{รู้สึก}รื้อถอนเพราะตัวเรา^{รู้สึก}รื้อถอนน้อยกว่า เรา^{รู้สึก}เย็นเพราะตัวเรา^{รู้สึก}รื้อถอนมากกว่าดังนั้น.
๓. ความรู้สึกรื้อถอนหนาวเป็นของไม่เที่ยง ในเวลาเดียวกันสถานที่แห่งเดียวกันแต่ละคนๆ เดียวกันอาจมีความ^{รู้สึก}รู้สึกในของ^{รู้สึก}สิ่งเดียวกันต่างกันได้.

แบบฝึกหัดบทที่ ๑๑

๑. เมื่อเรา^{รู้สึก}เขามองไฟกับเขามองจับไอศกรีม อย่างไหนให้ความ^{รู้สึก}ความรู้สึกรื้อถอนอย่างไร? ทำไมเราจึงมีความ^{รู้สึก}รู้สึกต่างกัน?
๒. ทำไมชาวญี่ปุ่นกับพวกเราจึงแต่งตัวไม่เหมือนกัน?
๓. จงบอกว่าฤดูไหน^{รู้สึก}รู้สึกอย่างไร เพราะเหตุไร?
๔. จงแสดงด้วยการทดลองให้เห็นจริงว่า ความ^{รู้สึก}รู้สึก รื้อถอนของเรานั้น ในเวลาเดียวกันอาจไม่เหมือนกัน.

ความร้อน

ความร้อนเป็นอะไร? เราพูดถึงคำว่า 'ความร้อน' มาก
แล้ว อาจมีผู้สงสัยว่าความร้อนเป็นอะไรก็ได้ เราไม่รู้จริงเหมือนกัน
ว่ามันเป็นอะไร เพราะมันไม่มีตัวตน อย่าเข้าใจว่าไฟเป็นความร้อน
ไฟไม่ใช่ความร้อน แต่ไฟเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความร้อนเหมือนกับเรื่อง
ต่างกับขนม คือถ้าเรามีสตางค์เราซื้อขนมรับประทานได้ แต่
สตางค์กับขนมไม่ใช่อย่างเดียวกัน ความจริงถ้ามีไฟที่ให้อุ่นมีความ
ร้อนทันทีเลย แต่ไฟให้ความร้อนทันทีไม่จำเป็นต้องมีไฟด้วยก็ได้ ยก
ตัวอย่างง่าย ๆ เช่นเราห่มผ้าห่มหลาย ๆ ชั้นเรารู้สึกร้อน แต่ถึงความ
ร้อนแล้ว ไม่ได้หมายความว่าผ้าเป็นไฟด้วย เราต้องเข้าใจ
ให้ละเอียดแม่นยำว่า ความร้อนไม่ใช่ไฟแต่ไม่มีตัวตน เราซึ่งนำหนัก
ของความร้อนไม่ได้ จึงถูการทดลองดังต่อไปนี้.

หาคู่มือเหล็กมาสักคู่มือหนึ่งซึ่งน้ำหนักได้เล็กน้อย แล้วทำให้คู่มือ
นั้นร้อน เช่นใส่ลงไปในน้ำเดือดแล้วยกขึ้นมาเช็ดน้ำให้แห้ง (ระวังอย่า
ใช้ไฟธรรมดาเผาเพราะเขม่าอาจจับทำให้น้ำหนักผิดไป) แล้วนำมาซึ่ง
คู่มือครั้งน้ำหนักจะไม่เปลี่ยนแปลงไปเลย.

รวมความว่า ความร้อนไม่ใช่ไฟ ไม่ใช่สตางค์ เพราะไม่มีตัว
คน ไม่นำหนัก แต่ความร้อนทำให้เรามีความรู้สึกได้.

ถ้าเราเอาหม้อจับไฟเราจะรู้สึกร้อน หมายความว่าไฟจะมีอะไร
 สุกอย่างที่ทำให้เรารู้สึกเช่นนั้น สิ่งนั้นแหละคือความร้อน ลูกตุ้มเหล็ก
 คราวแรกเราจับเดินได้ แต่พอเผาไฟเข้าเราจับไม่ได้ เพราะลูกตุ้มได้
 รับความร้อนจากไฟ ถ้าเอาลูกตุ้มใส่ลงในน้ำ น้ำจะร้อนขึ้น เพราะ
 น้ำได้รับ 'ความร้อน' จากลูกตุ้มเหล็ก สิ่งที่เขาไปอยู่ในลูกตุ้มเหล็ก
 เมื่อเผาไฟ และออกจากลูกตุ้มเหล็กลงไปในน้ำนั้นแหละเรียกว่า 'ความ
 ร้อน'

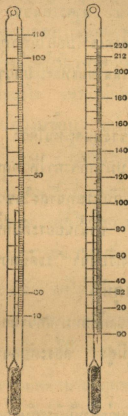
ระดับความร้อน จากการทดลองข้างบนจะเห็นได้ว่า ความ
 ร้อนถ่ายเทเข้าออกได้ ถ้าความร้อนเข้าไปมากก็จะทำให้วัตถุนั้นร้อน
 มาก ถ้าเขาน้อยก็ทำให้ร้อนน้อย เหมือนกับกรอกน้ำลงในขวด ถ้า
 น้ำมากก็ทำให้ระดับน้ำในขวดสูงขึ้นมาก ถ้าน้ำน้อยระดับก็ขึ้นน้อย
 เพราะฉะนั้นความร้อนที่เขาไปในวัตถุมากจึงเรียกว่า 'ระดับความร้อน'
 สูง' เราเรียกระดับความร้อนนี้ว่า 'อุณหภูมิ'

ดังนั้นเมื่อกล่าวว่า สิ่งใดมีอุณหภูมิสูงก็หมายความว่าสิ่งนั้น
 มีระดับความร้อนสูง เช่นน้ำเดือดมีอุณหภูมิสูง คือระดับความร้อน
 ในน้ำสูง.

สิ่งใดมีอุณหภูมิต่ำ ก็หมายความว่าสิ่งนั้นมระดับความร้อน
 ต่ำหรือร้อนน้อย เช่นน้ำแข็งมีอุณหภูมิต่ำ เพราะระดับความร้อนของ
 น้ำแข็งต่ำ.

เครื่องมือสำหรับวัดอุณหภูมิ เครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิหรือ
 ระดับความร้อน เรียกว่า 'เทอร์โมมิเตอร์' (ดูรูปที่ ๓๓) โดยมากทำ

ด้วยปรอทเป็นเครื่องมือสำหรับใช้สำหรับสังเกต ระดับ ความร้อน หรือ
อุณหภูมิด้วยการขึ้นลงของปรอท ถ้าปรอทขึ้นสูงอุณหภูมิก็สูง ถ้า
ลงต่ำอุณหภูมิก็ต่ำ อ่านชัดได้จากข้างหลอดแก้ว.



๑

๒

บนหลอดแก้วเขาจะแบ่งออก

เป็นขีดเล็กๆไว้ ขีดหนึ่งๆเรียกว่า
'องศา' (Degree : ดีกรี) แต่การแบ่ง
ขีดนั้นแบ่ง ออกต่าง ๆ ๒ ชนิด กัน แล้ว
แต่ความนิยม เทอร์มิเตอร์เท่าที่
ควรทราบมีอยู่สองชนิดคือ.

๑. ชนิดเซนติเกรด ใช้ตัว

ย่อเป็นภาษาอังกฤษว่า C. และ ภาษา
ไทยว่า ซ. ถ้าใส่ลงในน้ำแข็งปรอท
จะลดลงที่ขีด ๐ องศา (เรียกว่าจุด
น้ำแข็ง) และถ้าวัดน้ำเดือดปรอทจะ
ขึ้นไปที่ขีด ๑๐๐ องศา (เรียกว่าจุด
น้ำเดือด) ระหว่างขีดน้ำแข็งกับขีด
น้ำเดือดแบ่งเป็น ๑๐๐ ขีดเท่าๆ กัน.

๒. ชนิดฟาห์เรนไฮต์ ใช้

เทอร์มิเตอร์แบบต่างๆ
๑. แบบเซนติเกรด ๒. แบบฟาห์เรนไฮต์
รูปที่ ๓๑
ตัวภาษาอังกฤษว่า F. และ ภาษาไทย
ว่า ฟ. ถ้าใส่ลงในน้ำแข็งปรอทจะลด
ลงอยู่ที่ขีด ๓๒ องศา (เรียกว่าจุดน้ำแข็ง) และถ้าอบในน้ำเดือด

ปรอทอุณหภูมิ ๒๑๒ องศา (เรียกว่าจุดน้ำเดือด) ระหว่างจุดน้ำแข็ง
กับจุดน้ำเดือด แบ่งออกเป็น ๑๘๐ จุดเท่าๆกัน.

คำว่า 'องศา' เวลาเขียนมักเขียนเครื่องหมายแทน คือเป็นวง
กลมเล็กไว้ข้างบนให้ชัดเจน เช่น ๕°, ๖°, ๗°.

0° C. หรือ ๐° ช. อ่านว่า ศูนย์องศาเซนติเกรด.

35° C. ,, ๓๕° ช. ,, สามสิบห้าองศาเซนติเกรด.

100° C. ,, ๑๐๐° ช. ,, ร้อยองศาเซนติเกรด.

32° F. ,, ๓๒° ฟ. ,, สามสิบสององศาฟาห์เรนไฮต์.

180° F. ,, ๑๘๐° ฟ. ,, ร้อยแปดสิบองศาฟาห์เรนไฮต์.

212° F. ,, ๒๑๒° ฟ. ,, สองร้อยสิบสององศาฟาห์เรนไฮต์.

สิ่งเชื่อกวาม

๑. ความร้อนเป็นอะไรสิ่งหนึ่งที่ทำให้มนุษย์เกิดความรู้สึกร้อน
เย็น ไม่มีความคิดและไม่มีความหนัก และความร้อนไม่ใช่ไฟ.

๒. ระดับของความร้อนเรียกว่า อุณหภูมิ.

๓. เครื่องสำหรับวัดอุณหภูมิเรียกว่า เทอร์โมมิเตอร์ ที่นิยม
กันโดยมากมีอยู่สองชนิดคือ ชนิดเซนติเกรดและชนิดฟาห์เรนไฮต์.

๔. เทอร์โมมิเตอร์ชนิดเซนติเกรด แบ่งจุดของค่าระหว่างจุด
น้ำแข็งกับจุดน้ำเดือดออกเป็น ๑๐๐ องศา.

๕. เทอร์โมมิเตอร์ชนิดฟาห์เรนไฮต์ แบ่งจุดของค่าระหว่างจุด
น้ำแข็งกับจุดน้ำเดือดออกเป็น ๑๘๐ องศา.

๒. ทำไมเราจึงทราบว่าคุณวณัณทยะเข้านอกในวัดกู่ได้ จงอธิบายพร้อมทั้งแสดงการทดลอง.

๔. การวัดอุณหภูมิจะต้องคอยสังเกตอย่างไรบ้าง ? ทำไมเราจึงจะรู้ว่าอากาศแปรอนหนักมอุณหภูมิสูงกว่าน้ำแข็ง.

၁. အချက်အလက် ၁၆၆ နှစ် ၀ နှစ် ၁၆၆ နှစ် ၈၀ နှစ် ၁၆၀ နှစ်
 ၂၀၀ နှစ် ၈၀၀ နှစ် ၈၀၀ နှစ်

การเปลี่ยนแปลงภาวะ

การเปลี่ยนแปลงภาวะ ถ้าเรามาก่อนหน้าแข่งชกก่อนหนึ่ง
ไล่ตังไว้ในแก้วไม่นานนัก เราจะไม่เห็นก่อนหน้าแข่งคงเห็นแต่น้ำเหลวๆ
อยู่แทน ก่อนหน้าแข่งหายไปไหน? ความจริงก่อนหน้าแข่งไม่ได้หายไปไหนดอก
แต่ก่อนหน้าแข่งกลายเป็นน้ำเหลวเสียแล้ว จึงดูการทดลอง
ต่อไปนี้

- เครื่องทดลอง ๑. ก่อนหน้าแข่งขนาดพอส้มควรว.
๒. แก้วน้ำ.
๓. เตาไฟ.
๔. เทอร์มอมิเตอร์.

การทดลอง ถ้าน้ำแข็งให้ละลายแล้วต้ม เป็นก้อนเล็กๆ ใส่
ภา. ต้องเอาเทอร์มอมิเตอร์คนดู จะเห็นระดับปรอทในเทอร์มอมิเตอร์
ต้งค่าที่ต่ำ คือถ้าใช้เทอร์มอมิเตอร์ชนิดเซนติเกรด จะต้งถึง ๐° ซ.
ถ้าใช้ชนิดฟาห์เรนไฮต์ จะต้งถึง ๓๒° ฟ.

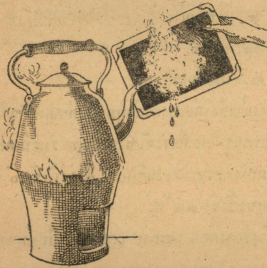
นำภาชนะต้งไฟน้ำแข็งจะค่อยๆละลาย (หลอม) เป็นน้ำเหลว
แต่ในระหว่างนั้นถ้าใช้เทอร์มอมิเตอร์คนดูจะคงปรากฏว่าระดับปรอทคง
อยู่ต้งเดิม คือ ๐° ซ. หรือ ๓๒° ฟ. จนกระทั่งน้ำแข็งเป็นน้ำเหลวหมด.

ต่อจากนั้นระดับปรอทจะค่อยๆขยับขึ้นๆตามลำดับ ดัง
ที่ดูจะได้ยินเสียงน้ำร้อง ถ้าเป็นคนโทแก้วจะเห็นมีฟองปุดขึ้นตามตอน

กัน แต่โดยมากไม่เปิดจนถึงผิว รอยถลอกครีมน่าจะเกิด เมื่อใช้
เทอร์มอมิเตอร์ คนดูน่าจะคิดว่า ระดับปรอท ขึ้นไปขีด ๑๐๐° ซ.
หรือขีด ๒๑๒° ฟ. ควรวินนาเทอร์มอมิเตอร์มาเช็ดน้ำให้แห้ง.

ในขณะที่นำหลอดผิวมาผึ่งลมฟองปุด ๆ ขึ้นเสมอถ้าครีมน่าจะเห็น
เป็นไอลอยขึ้น ซึ่งเรียกว่า ไอน้ำ ถ้านำเทอร์มอมิเตอร์ไปวัดติดอก
โดยไม่ให้หลอดผิว จะเห็นว่าระดับปรอทขึ้นไปที่ขีด ๑๐๐° ซ. หรือขีด
๒๑๒° ฟ. เช่นเดิม ถ้าทิ้งให้น้ำเดือดต่อไปไอจะลอยออกจนกระทั่งน้ำ
หมดกา.

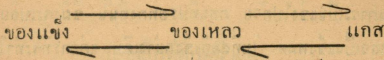
ถ้าใช้กระดานชนวน วางรองรับไอที่ลอยขึ้นไปที่ฝาภา หรือ



พวยกาถ้าครีมน่าจะเห็นว่า
เห็นน้ำจับอยู่ที่ กระดาน
ชนวนนั้น และถ้าทิ้งไว้
นาน ๆ เห็นมันจะรวมตัว
กันมากจนจนเป็นหยดน้ำ
เก็บเอาน้ำจำนวนไปใส่
ไว้ในที่เย็น ๆ เช่นตู้เย็น
ทำน้ำแข็ง น้ำนั้นจะกลายเป็นน้ำแข็งได้อีก.

น้ำกลายเย็นไอ ไอกลายเย็นน้ำ รูปที่ ๑๒

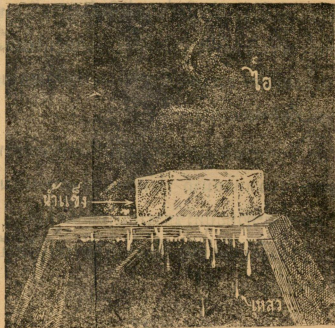
สรุปความได้ว่า วัตถุย่อมเปลี่ยนแปลงภาวะไปมาด้วยกันได้จาก
แข็งเป็นเหลว และเป็นแก๊สและจากแก๊สเป็นเหลว และกลับเป็นแข็งได้
อีก ดังรูปที่เขียนไว้ ให้เข้าใจดังนี้



แต่ด้วยบางชนิดทำให้เปลี่ยนภาวะจาก แข็งเป็นเหลว เป็น แก๊ส
ไม่ได้ง่าย ๆ นัก ต้องหาขลังแกวและระกวดมาดองทำตัวอย่างน่าแข็งบาง
แล้วคดผล.

ถ้าหาขลังได้ในแกวแล้วขลังคองไฟ จะเห็นว่าขลังหดอมคด คอ

ค่อย ๆ กลายเป็น
ของเหลว ในที่สุด
ขลังเปลี่ยนภาวะ
ละลายกว้าง เป็น
ของเหลว น้แฉ่ง
ว่าขลัง ขง เป็น
ของ แข็ง เปลี่ยน
ภาวะเป็น ของ
เหลวได้เมื่อได้รับ
ความร้อน คราว
นี้ขลังจะถ่วง ขลัง



ภาวะของน้ำแข็ง รูปที่ ๓๓

ยังคงละลายอยู่น้ำเทอร์มอมิเตอร์ได้ลงไป แล้วค่อยตั้งเกิดระดับขึ้นลง
ของปรอทในเทอร์มอมิเตอร์แรกทีเดียวจะเห็นว่าระดับปรอทสูง แล้ว
ต่อมา ๆ จะลดลงตามลำดับจนประมาณ ๖๘° ซ. ระดับปรอทคงจะคงที่
อยู่ครู่หนึ่งแล้วจึงจะลดตงต่อไป ในระหว่างที่ปรอทถลงขลังจะค่อย

เปลี่ยนภาวะเป็นแข็งไปด้วย ตอนทปรอทคงที่นั้น ขมิ้นจะเปลี่ยนภาวะ
จากเหลวเป็นแข็งหมด ในที่สุดแข็งอย่างเดิม แต่การวิจิตรทำให้ขมิ้น
กลายเป็นไออย่างนานน เราจำเป็นต้องใช้ความร้อนสูงมาก เตาที่
เรามีอยู่อาจไม่สะดวก.

แก้วถาดนไฟนาน ๆ ก็อ่อนตัวได้ การตัดหลอดแก้วเป็นรูปตัว
อักษรต่าง ๆ อย่างที่ใช้ในการประกาศโฆษณาสินค้า ก็ใช้ความร้อน
ช่วยให้แก้วอ่อนตัวเสียก่อนแล้วจึงตัด ถ้าเรานำเศษแก้วใส่ในเบ้า
แก้วคงไฟซึ่งร้อนจัด ๆ ในที่สุดแก้วก็หลอมได้เหมือนกัน พวกजनที่
หามซื้อแก้วแตกขวดแตก นำแก้วไปหลอมให้ละลายเพื่อทำเป็นขวดหรือ
ภาชนะอื่นตามต้องการ.

วัตถุอื่นเช่นตะกั่วหรือเหล็ก เราอาจลงหลอมได้ แต่ตะกั่ว
หลอมเร็วกว่าเหล็กมาก ใช้ความร้อนขนาดหลอมแก้วก็ละลายแล้ว
เราต้องหาตะกั่วหอบหรือชกาแรตมาหลอมดกได้ สรุปความว่าภาวะ
ต่าง ๆ ของวัตถุหนึ่งยอมเปลี่ยนจาก อย่างหนึ่งไป เป็นอย่างหนึ่งใดด้วย
อำนาจความร้อน.

สิ่งเชปความ

ของแข็ง ของเหลว และแก๊สนั้นยอมเปลี่ยนแปลงภาวะได้ คือ
เปลี่ยนจากแข็งเป็นเหลวแล้วเป็นแก๊ส หรือจะเปลี่ยนจากแก๊สเป็นเหลว
แล้วกลายเป็นแข็งอีกก็ได้ การเปลี่ยนแปลง ภาวะนั้น ต้องอาศัย
อำนาจความร้อนเป็นตัวดำเนิน.

แบบฝึกหัดบทที่ ๑๓

๑. จงบอกผลของการทดลองเอาน้ำแข็งใส่กาต้มน้ำไฟ.
๒. จงทดลองเอาขี้ผึ้งใส่ถ้วยต้มน้ำ แล้วจุดผลของการทดลอง
นี้ พบตรงไหนของขี้ผึ้งละลายจนกระทั่งกลบแข็งอีก.
๓. สมมุติว่าท่านมีแท่งเหล็กแท่งหนึ่ง และต้องการจะงอให้เป็นรูปใดรูปหนึ่ง ท่านจะอย่างไร? จงบอกวิธีที่ท่านจะปฏิบัติ.
๔. ถ้าเราจะจับไอน้ำที่ออกมาจากพวยกา เราจะจับมันได้อย่างไร? จงอธิบาย.

การระเหยของน้ำ

เราคงได้สังเกตเห็นบ้างแล้วว่า เมื่อฝนตกทำให้พื้นนอกชาน
เปียก แต่พอฝนหายมีแสงแดดส่องไม่ช้านักกระดานก็หายเปียก หรือ
เสื้อผ้าเราซึ่งเมื่อตากไว้จะแห้ง ยิ่งถูกแดดมากหรือถูกลมมากยิ่ง
แห้งเร็วขึ้น น้ำที่เปียกกระดานหรือเปียกผ้าหายไปไหน ?

ลองนึกดูได้ว่าถ้วยแก้วหรือจานรองถ้วยที่ไว้น้ำก็แห้งลงตามวัน
นั้นจะแห้งหมด น้ำในแก้วจะหายไปไหน ? ความจริงมันไม่ได้หายไป
ไหน ในตอนต้นเราทราบแล้วไม่ใช่หรือว่า น้ำเปลี่ยนภาวะเป็น
ไอน้ำ (แก๊ส) ได้ น้ำในถ้วยแก้วเมื่อได้รับความร้อนเข้ามันก็กลายเป็น
ไอน้ำลอยขึ้นไปอยู่บนอากาศ จึงค่อย ๆ หมดไปหมด แต่การที่น้ำกลายเป็น
ไอน้ำลอยขึ้นไปนี้ผิดกับเราต้มน้ำ ถ้าเราต้มน้ำให้เดือดน้ำจะกลายเป็น
ไอ แต่น้ำในแก้วไม่ต้องการความร้อนมากถึงเช่นนั้น เพียงความร้อนใน
เวลากลางวันธรรมดา น้ำก็กลายเป็นไอได้ การเป็นไอน้ำอย่างนั้นมันค่อย ๆ
เป็นไม่ร้อนฮวบและเป็นแต่ตามผิวเท่านั้น น้ำกลายเป็นไอเข้า ๆ และเป็น
บนผิวดังนั้นเราเรียกว่า 'น้ำระเหย'.

น้ำฝน น้ำตามต่าง ๆ เช่นแม่น้ำลำคลองและทะเลสาบ เมื่อ
ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์เข้าก็ระเหยขึ้นไปตามอากาศ ไอน้ำซึ่ง
ระเหยขึ้นไปนี้ เมื่อไปถูกอากาศเย็นก็จะรวมตัวกันเป็นก้อนซึ่งเรา
เรียกว่า 'เมฆ' พอก้อนเมฆรวมตัวกันมากจะมีน้ำหนักมาก ก็จะ

ดอยคำตงมา ถูกระแถมพัดบ้าง ตมพัดไปถูกยอดภูเขาสูง ๆ บ้าง
ก็แตกออกเป็นเม็ดเล็ก ๆ ตกลงมายังพื้นดินเราเรียกเม็ดเล็ก ๆ ของ
น้ำว่า 'ฝน.'

น้ำฝนที่ตกลงมาแบ่งออกเป็นหลายทาง บางส่วนก็ไหลลง
แม่น้ำลำคลอง บางส่วนก็ซึมลงไปในดิน และบางส่วนถูกความร้อน
จากดวงอาทิตย์ก็กลายเป็นไอรเหยขึ้นไปบนอากาศอีก แล้วก็ไปรวม
ตัวเป็นเมฆตกลงมาเป็นฝน วนเวียนกันอยู่เช่นนี้ น้ำจึงไม่หมดไปจาก
พื้นโลกได้.

การอาบน้ำ หนาร้อนเราจึงอาบน้ำและอยากจะแช่อยู่ในน้ำเพื่อ
ให้เย็นสบาย หรือไม่ก็อาบน้ำ การอาบน้ำจะทำให้ร่างกายเราสด
เย็น เพราะน้ำมีอุณหภูมิต่ำกว่าตัวเรา จึงทำให้ตัวเราเย็นลง ยิ่งรด
มาก ๆ ก็ยิ่งเย็นสบาย เพราะน้ำเปลี่ยนกันมาถ่ายความร้อนไปจากตัวเรา
อยู่เสมอ เมื่ออาบน้ำเสร็จแล้วถ้าได้นั่งตากลมจะเป็นสุขยิ่งนัก เพราะ
ลมทำให้ผิวหนังของเราจะระเหยได้เร็ว ช่วยให้เย็นสบาย ดังเกิด
น้ำในถ้วย ถ้าเราวางไว้ตามช่องซึ่งลมโกรกอยู่เสมอ น้ำในถ้วยจะ
แห้งได้เร็วมาก.

น้ำเย็น อีกประการหนึ่งเราคงได้เคยพบว่าน้ำที่อยู่ในคันดิน
เผา มักจะเย็นกว่าน้ำที่ได้ในภาชนะอื่น พวกเราบางคนคงเคยเห็นขวด
กรองน้ำแล้ว ขวดกรองน้ำทำด้วยดินเผาเหมือนกัน เวลาต้องการ
กรองน้ำก็เพียงแต่วางลงในน้ำที่ต้องการเท่านั้น น้ำจะค่อย ๆ ซึมเข้า
ไปเอง น้ำในขวดกรองน้ำมีคุณสมบัติเย็นกว่าน้ำธรรมดาด้วย คนโท

ทำด้วยดินทางเขียงใหม่ใส่น้ำแล้วเย็นดีเหมือนกัน ที่เป็นดังนี้เพราะ
น้ำขมดินออกมาและระเหยได้ และเมื่อระเหยออกมาย่อมพาความร้อน
ไปด้วย ในประเทศร้อนอย่างประเทศเรา ถ้าต้องการทำน้ำดื่มให้เย็น
ก็มักจะทำโดยวิธีที่กล่าวมาแล้ว.

น้ำอบที่เราหยดใส่ผ้าเช็ดหน้า หรือเบ็ดजूได้ไหมไม่ซักก็จะหอม
ไปทั่วห้อง ยิ่งอากาศร้อนยิ่งหอมไปทั่วได้เร็วขึ้น เพราะอากาศร้อน
ทำให้ น้ำอบระเหยได้ง่าย.

ตัวอย่างของจริงที่เกี่ยวข้องกับการระเหยนั้นชุกมาก เช่นคนเรา
จึงเห็นหย่น้ำมาบนหัว หรือสุนัขอาบจนนอนหลับในหน้าร้อน ก็
เพราะต้องการให้น้ำระเหยออกความร้อนจะได้บรรเทาเบาบางลง.

สิ่งเชปความ

๑. น้ำระเหย คือน้ำกลายเป็นไอไปช้าๆ และการกลายเป็นไอนั้น
นั้นเกิดขึ้นแต่ตอนผิวของพินา.

๒. ฝน เกิดจากไอน้ำที่ระเหยขึ้นไปจากน้ำในที่ต่างๆ และ
ไปรวมตัวเป็นเมฆ เมื่อถูกอากาศเย็นเข้า พอมันหนักมากเมฆลอย
ต่ำลงมากถูกลมพัดบ้างกระทบกับยอดเขาสูงๆ บางทีแตกเป็นเม็ดเล็กๆ
และตกลงมายังพื้นดิน.

๓. สิ่งที่จะช่วยการระเหยของน้ำให้ดีขึ้นนั้นก็คือความร้อนและ
ลม คือน้ำที่มีอากาศร้อนและลมพัดแรง ยิ่งระเหยได้ดี.

แบบฝึกหัดบทที่ ๑๔

๑. ถ้าคนน้ำได้งานไว้น้ำจะแห้ง น้ำในงานหายไปไหน?
๒. ตากผ้าไว้กลางแจ้งแดดและมีลมพัดโกรก กับตากไว้ในห้อง
อย่างไหนจะแห้งเร็วกว่ากัน เพราะเหตุไร?
๓. ถ้าเราต้องการดื่มน้ำเย็นๆ แต่ไม่มีน้ำแข็ง เราจะใช้วิธี
อย่างไรช่วยให้น้ำเย็นกว่าธรรมดาตั้งอีกได้บ้าง.
๔. ทำไมเราจึงรู้สึกเย็นสบาย เมื่อวิ่งมาเหนื่อยๆ แล้วถอดเสื้อ
นั่งตากลม?
๕. ฝนเกิดขึ้นได้อย่างไร? น้ำฝนที่ตกลงมาแล้วไปไหนบ้าง?

บทที่ ๑๕

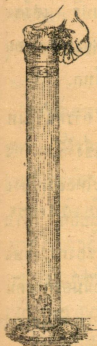
ความดันของอากาศ

ในบทที่ ๕ เราเรียนมาแล้วว่า โลกเรามีอากาศหุ้มห่ออยู่หนา
มาก อากาศเป็นสสารมีภาวะเป็นแก๊ส แต่ตามที่เราได้เรียนมา สสาร
ย่อมมีน้ำหนัก อากาศจะมีน้ำหนักหรือไม่ ถ้าเราทดลองดูจะได้ผลว่า
อากาศมีน้ำหนักแล้ว ก็ย่อมเป็นข้อยืนยันว่า อากาศนั้นเป็นสสาร
อย่างแน่แท้.

การทดลอง หาคนโทแก้วหนักตมที่จุประมาณ ๑๐๐๐ ลูกบาศก์
เซนติเมตร ใส่ผงลงไปสักเล็กน้อย แล้วเอาขันทองบนไฟ เมื่อน้ำเดือด
คะเนจนไอพุ่งขึ้นมา จังรีบยกตั้งแล้วเอาจุปิด การที่คนโทให้
เดือดนักเพื่อว่าเมื่อน้ำเดือดกลายเป็นไอ ไอน้ำจะได้ไ้อากาศออกจาก
คนโท เมื่อเปิดจุอากาศจะไม่มีในคนโทเลย นำคนโทไปชั่งจตน้ำหนัก
ไว้ คราวนี้เปิดจุออก การเปิดจุคราวนี้จะเห็นว่าเบ็ดยาก (เพราะ
อะไรจะไ้ที่ทราบต่อไป) เมื่อเปิดจุออกแล้วอากาศจะเข้าไปในคนโท
(ทำให้เกิดเสียงดังเบาๆ) เสร็จแล้วเปิดจุอีก นำไปชั่งใหม่ คราวนี้
จะเห็นว่าน้ำหนักที่ได้มากกว่าคราวแรก ทำไมคนโทใบเดียวกันจึงชั่ง
น้ำหนักได้ต่างกัน ที่เป็นเช่นนั้นเพราะคราวหลังอากาศเข้าไปเต็มคนโท
จึงเป็นข้อพิสูจน์ได้ว่าอากาศมีน้ำหนัก และอากาศย่อมเป็นสสาร.

อากาศนอกจากจะเป็นสสารแล้วยังมีสมบัติต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

เรื่องคนดำน้ำคาร์ทีเซียน (Cartesian Diver) เราม



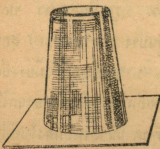
คาร์ทีเซียนไดเวอร์
รูปที่ ๓๔

เครื่องเล่นแปลกๆ อย่างหนึ่งมีส่วนประกอบดังนี้
คือ กระบอกแก้ว (รูป) ข้างในใต้น้ำให้มีระดับ
สูงพอสมควร และมีตัวคาร์ทีเซียนไดเวอร์ (คือ
ตุ๊กตาทำด้วยยางหรือแก้ว มีรูปเป็นคนบ้าง ปลา
หมึกยักขบ้าง ลูกบอลดินบ้าง ข้างในกลวง) ลอย
อยู่ในน้ำในกระบอกแก้ว ปากกระบอกแก้วมียางปิด
แน่น จะใ้หยางในหลอดหรือยางในจักรยานก็ได้
เมื่อกดแผ่นยางเข้า ตัวตุ๊กตานี้จะจมตกลงไปที่ก้น
ขวด พอคลายมือออกตัวตุ๊กตาจะลอยขึ้นมาอีก
ตามเดิม.

ผลที่เกิดขึ้นอธิบายได้ดังนี้ คือ เมื่อเรากด

แผ่นยาง เราทำให้อากาศที่อยู่ภายในขวดคือตัวบับ
บับเข้า อากาศในขวดไม่ทางออกได้จึงกดผิวหน้า น้ำในอากาศซึ่งอยู่
ในโพรงตัวตุ๊กตาเข้าไปอีกต่อหนึ่ง (เพราะข้างในขวดตุ๊กตาเป็นโพรง) ทำ
ให้น้ำเข้าไปทางทางหรือทางปลายเท้าของตุ๊กตาได้มาก น้ำหนักตุ๊กตา
มาก ตุ๊กตาจึงจมลง ยิ่งกดแผ่นยางลงไปมาก ตัวตุ๊กตาก็จะจมลงมาก
พอปล่อยมือ อากาศับนผิวหน้าไม่ต้องถูกบีบคั้นตัวได้ตามเดิม อากาศ
ในขวดตุ๊กตาก็จึงดันน้ำเข้าไปอยู่ในขวดออก ตัวตุ๊กตาเบาตัวลอยขึ้นได้เช่น
เดิม เครื่องเล่นเช่นนี้เป็นเครื่องแสดงว่าอากาศหดตัวและขยายตัวได้.

แก้วน้ำกับกระดาษ การทดลองต่อไป หาด้วยแก้วมาตั้ง
ใบหนึ่งกับกระดาษแข็งแผ่นหนึ่งใส่น้ำในด้วยแก้วให้เต็มปรี เสร็จแล้ว
เอากะดาษแข็งปิดปากแก้วให้สนิท ดูอย่าให้มี ฟองอากาศอยู่ใน
ด้วยแก้วได้ ปิดกระดาษแข็งแล้วคว่ำแก้วลง น้ำจะไม่หก.

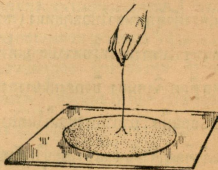


ทำไมน้ำจึงไม่หก ? การที่น้ำไม่หก
เพราะอากาศดันกระดาษแข็งปิดปากแก้ว
ไว้ น้ำในแก้วต้องการจะไหลลงเบื้องล่าง
จึงดันกระดาษแข็งเพื่อไหลออก ถ้าไม่มี
ของอะไรดันทางข้างหนึ่ง ของกระดาษแข็ง

แก้วน้ำกับกระดาษแข็ง รูปที่ ๓๕ เอาน้ำมาจ้องหก แต่ไม่มีอากาศดันขึ้น
ทางหนึ่งไว้ น้ำจึงไหลออกไม่ได้ แสดงว่าอากาศมีความดันและความ
ดันของอากาศนั้นมออยู่รอบตัว.

นอกจากนี้เรายังมีการทดลองอีกมาก คือเป็นเป็นการทดลองที่
เกี่ยวกับความดันของอากาศ.

แผ่นหนังกับกระจก
หาแผ่นหนัง เล็ก ๆ มาตัดแผ่น
หนึ่ง เจาะรูร้อยด้ายตรงกลาง
กับ กระจก แผ่นหนังจะเป็น กระจก
เงาหรือกระจกทึบรูปก็ได้
ทำให้แผ่นหนัง เปียก แล้ววาง



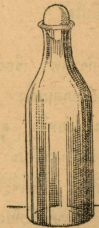
แผ่นหนังกับแผ่นกระจก รูปที่ ๓๖

แปะลงบนกระจก เมื่อตั้งตายชนมาจะรู้สึกว่ามีคติดกับ กระจกไม่ค่อยจะออก กว่าจะออกก็ต้องใช้แรงตั้งมาก ถ้าเป็นกระจกแผ่นเล็กๆ จะตั้งเอากระจกชนมาด้วย แสดงว่าอากาศกดแผ่นหนึ่งคติดกับกระจกไว้.

ทดลองทดลองสองอันสวนกันพอดี หาหลอดทดลองสองหลอด ดูว่าสวนกันพอดี ส่วนหลอดเล็กลงในหลอดใหญ่ แล้วลองพยายามถอดออกจากกันจะเห็นว่าถอดออกยากมาก เพราะเมื่อเราเอา หลอด อัน เล็ก ลงไป ใน อัน ใหญ่ หลอด เล็ก จะไป ทำ ให้ อากาศในหลอดใหญ่ดันออก ตัวเองเข้าไปแทนที่เมื่อไม่มีอากาศคั่นอยู่ระหว่างพื้นแก้วทั้งสอง อากาศจึงกดพื้นทั้งสองข้างให้คติดกัน ทำให้หลอดออกจากกันยาก.

ไขคัมกับขวดที่ปากพอครือๆ กัน

หาไขคัมมาพองหนึ่ง จะเป็นไขโกหรือไขเบ็ดได้ทั้งนั้น และขวดที่มีปากขนาดพอๆ กับพองไข ได้อากาศในขวดออก วิธได้ อากาศก็คั่นค้อยๆ เอาขวดจมลงในน้ำร้อน จดที่ตะกอนๆ หรือจะไขคัมชุบแอลกอฮอล์จุดไฟทิ้งลงไปก็ได้ แล้วนำไขคัมวางที่ปากขวด เมื่อขวดเย็นลงจะเห็นว่า ไขคัมจะค้อยๆ เลื่อนลง จนในที่สุดคดกลงไปในขวด เพราะอากาศในขวดไม่มี อากาศข้างนอกจึงกดพองไว้



ไขคัมกับปากขวด รูปที่ ๓๑

ดงใบ เป็นเครื่องแสดงความดันของอากาศอีกอย่างหนึ่ง.

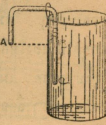
กระป๋องบุบยุบ หากกระป๋องเหล็กกลาตามกระป๋องหนึ่ง หรือ
จะใส่กระป๋องใส่ยาฟอสฟอรัสก็ได้



เจาะรูแล้วหาจุลฉาหรับอุดให้
แน่น เบ็ดจุลให้น้ำใส่ได้
น้อยแล้วตึงไฟ ตมมาให้
เคียวจนกลายเป็นไอ ละเ
ดว่าไอได้อากาศ ข้างใน กระ
ป๋องออกหมดแล้ว จึงยก
ลง แล้วรีบอุดจุลให้แน่น

ความดันของอากาศทำให้กระป๋องบุบ รูปที่ ๓๘ ปัดออกไว้ให้ กระป๋อง เย็น
เมื่อเย็นลงอากาศภายในไม่มีอากาศภายนอกจะบีบ ดันเข้า ทำให้กระป๋อง
บุบยุบได้.

การดูด เชื่อว่าพวกเราโดยมากคงเคยเห็นการถ่ายน้ำจากคุ่ม
หนึ่งมายังอีกคุ่มหนึ่ง โดยใช้สายบัวเพียงเส้นเดียว คือหาสายบัว
ยาว ๆ มาสายหนึ่ง ตัดมาให้เต็มสายเสียก่อนจึงจะดี แล้วใส่ปลาย
ข้างหนึ่งลงในคุ่มที่หนึ่ง อีกปลายหนึ่งหย่อนลงใน
คุ่มที่ไมมีน้ำ น้ำจะไหลจากคุ่มที่หนึ่งมาสู่คุ่มที่
ไมมีน้ำ (แต่ต้องให้ปลายที่อยู่ในคุ่มเปล่าต่ำกว่า
ระดับของน้ำในคุ่มเดิม) เมื่อระดับน้ำทั้งสอง
คุ่มเท่ากันจึงหยุดไหล ถ้าคุ่มที่หนึ่งไม่มีอยู่ค่า



การดูดน้ำ รูปที่ ๓๙

เช่นบารอมิเตอร์แบบฮุค (Hooke's barometer) ประดิษฐ์โดยโรเบอร์ต์ ฮุค ซึ่งเป็นผู้ช่วยของโรเบอร์ต์บอยล์ ที่เรากล่าวนามมาแต่บัดนี้เป็นต้น.

๒. ชนิดที่ทำด้วยโลหะ คือบารอมิเตอร์ที่ใช้โลหะเป็นส่วนประกอบสำหรับบอกความดันของอากาศ บารอมิเตอร์ชนิดนี้ไม่ต้องใช้ปรอทเลย เรียกว่าบารอมิเตอร์แบบแอนเนอไรด์ (Aneroid barometer)

สิ่งเชบความ

๑. ประโยชน์ของบารอมิเตอร์.

ก. ใช้วัดความดันของอากาศ.

ข. ใช้สังเกตการเปลี่ยนแปลงของอากาศ.

ค. ใช้กะเน้ส่วนสูงของภูมิประเทศจากระดับน้ำทะเล

๒. อากาศมีความดันคิดเป็นน้ำหนักประมาณ 10^{13} กรัมบนพื้นที่ ๑ ตารางเซนติเมตร หรือประมาณ 10^5 เปาบนพื้นที่ ๑ ตารางนิ้ว.

๓. ถ้าอากาศมีความดันเป็นปกติ ระดับปรอทในบารอมิเตอร์จะสูง 760 มม. หรือ 30 นิ้ว.

๔. โรเบอร์ต์บอยล์ นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ (เกิด พ.ศ. ๒๒๓๗๐ ตาย พ.ศ. ๒๒๓๘) เป็นคนแรกที่ใช้น้ำบารอมิเตอร์ทำนายความแปรปรวนของอากาศ.

๕. ถ้าระดับปรอทในบารอมิเตอร์ลดลง 1 นิ้ว พายุจะสูงขึ้น 1000 ฟุต หรือลดลง 1 มม. พายุจะสูงขึ้น 11 เมตร.

แบบฝึกหัดบทที่ ๑๕

๑. จงแต่งการทดลองให้เห็นจริงว่าอากาศมีน้ำหนัก.
๒. คนทำนายคาร์ดิเซียนคืออะไร? จงอธิบายและบอกประโยชน์ของมัน.
๓. ทำไมแก้วที่ใส่น้ำเต็มและมีกระดาษแข็งปิดแล้วคว่ำลง น้ำจึงไม่หก ถ้าจะใช้สิ่งอื่นแทนกระดาษแข็ง เช่นแผ่นกระจกบ้างจะเป็นอย่างไร.
๔. จงแต่งการทดลองให้เห็นจริงว่าอากาศมีความดันรอบข้าง.
๕. ถ้าเราต้องการจะให้น้ำไหลจากที่สูงมาสู่ที่ต่ำจะได้อย่างไร?

บทที่ ๑๖

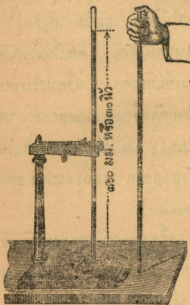
बारوميเตอร์

อากาศมีความดันหรือความกดอยู่รอบข้าง เราทุกคนถูกอากาศล้อมรอบและกดเราอยู่ด้วยกันทั้งนั้นแต่เราไม่รู้สึก นักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองพบว่าอากาศดันหรือกดสิ่งต่างๆ บนพื้นโลก คิดเป็นน้ำหนักประมาณ ๑๐๓๔ กรัมบนพื้นที่ ๑ ตารางเซนติเมตร หรือประมาณ ๑๕ ปอนด์บนพื้นที่ ๑ ตารางนิ้ว แต่ความดันหรือความกดของอากาศนั้นยอมเปลี่ยนแปลงได้และเปลี่ยนแปลงเสมอ นักวิทยาศาสตร์จึงได้ประดิษฐ์เครื่องมือสำหรับวัดความดันหรือแสดงการเปลี่ยนแปลงของอากาศขึ้นเรียกว่า 'बारوميเตอร์' (Barometer).

बारوميเตอร์ बारوميเตอร์เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งสำหรับใช้วัดความดันหรือการเปลี่ยนแปลงของอากาศบนพื้นโลก มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน วิธีสร้างबारوميเตอร์อย่างง่าย ๆ ทำได้ดังต่อไปนี้.

หาอ่างเล็กๆ ใส่ปรอทพอสมควรและหลอดแก้ว มีปลายข้างหนึ่งตัน (ที่ใช้ในการทดลองนี้โดยเฉพาะ) ยาวประมาณ ๑ เมตร (หรือ ๓ ฟุต) กรอกปรอทลงไปในหลอดแก้วให้เต็ม เอานิ้วข้างขวาอุดปากหลอดให้แน่นแล้วคว่ำลงในอ่างปรอท เมื่อปลายหลอดต่ำกว่าระดับปรอทในอ่างจึงค่อยเบือนหัวออกยัดและตั้งหลอดให้ตรง ระดับปรอทจะลดลงมาเล็กน้อย แต่ไม่หมดเพราะอากาศข้างนอกกดผิวปรอทในอ่างไว้ ทางปลายตันของหลอดที่อยู่ข้างบนจะมีที่ว่างเกิดขึ้น ที่ว่าง

นั้นไม่มีอากาศอยู่เลย เพราะอากาศไม่สามารถแทรกหนีไปใต้
 ทวายนเรียกว่า 'สูญญากาศ' (vacuum : แวกคิวอัม) วัดระยะระหว่าง
 ระดับปรอทในอ่างกับระดับปรอทในหลอด จะเห็นว่าสูง ๗๖๐ มิลลิเมตร
 (๗๖ เซนติเมตร) หรือ ๓๐ นิ้ว.



ระดับปรอทในหลอดสูงขึ้นและ
 ลดต่ำลงได้ แล้วแต่ความดันของอากาศ
 ภายนอกจะมีมากหรือน้อย ถ้าอากาศ
 มีความดันมาก ถ้าปรอทในหลอดแก้ว
 จะสูงขึ้น ถ้าอากาศมีความดันน้อยระดับ
 ปรอทในหลอดแก้วก็ลดต่ำลง.

ประโยชน์ของบารอมิเตอร์
 ประโยชน์ของบารอมิเตอร์เท่าที่เรารู้
 ทราบมีอยู่ ๓ ประการคือ

๑. ใช้วัดความดันของอากาศ คือ
 เป็นเครื่องบอกให้ทราบว่าอากาศเมื่อ
 ไตหนักเมื่อใดเบา และอาจคำนวณหาน้ำหนักของมันได้ด้วย.

๒. ใช้สังเกตการเปลี่ยนแปลงของอากาศ.

๓. ใช้กะเน้ส่วนของภูมิประเทศ เช่น ภูเขา ความสูงของ
 เครื่องบิน.

การสังเกตการเปลี่ยนแปลงของอากาศ อากาศมีการ
 เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ บางคราวอากาศก็ร้อนแห้งแล้ง บางคราวก็ฝน

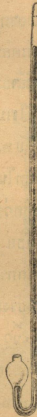
ตกชั้นมา บางคราวก็มีพายุ ชาวชนบทและชาวทะเลมักจะใช้ความ
ชำนาญสำหรับสังเกตการเปลี่ยนแปลงของดินฟ้าอากาศ แต่เมื่อมี
เครื่องบารอมิเตอร์แล้ว เราใช้เครื่องบารอมิเตอร์เป็นเครื่องทำนาย
ความแปรปรวนของอากาศ ผู้ที่ใช้เครื่องบารอมิเตอร์เป็นเครื่องทำนาย
ความแปรปรวนของอากาศเป็นคนแรกนั้นคือ โรเบิร์ต บอยล์ นัก
วิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ (เกิด พ.ศ. ๒๓๗๐ ตาย พ.ศ. ๒๔๓๕).

อากาศที่มีความดันเป็นปกติ ระดับปรอทในบารอมิเตอร์จะสูง
๗๖๐ มิลลิเมตรหรือ ๓๐ นิ้ว ถ้าปรอทมีระดับสูงกว่านั้นอากาศก็มีความ
ดันมาก ถ้าต่ำกว่าระดับนั้นอากาศก็มีความดันน้อย เรือเดินทะเลและ
สมุทร จะต้องมีบารอมิเตอร์อยู่ด้วย เพื่อบอกการเปลี่ยนแปลงของ
อากาศ ข้อสังเกตสำหรับอ่านบารอมิเตอร์อย่างง่าย ๆ มีอยู่ดังนี้คือ
ถ้าระดับปรอทสูงกว่า ๗๖๐ มิลลิเมตร หรือ ๓๐ นิ้ว แสดงว่าอากาศ
แห้งแล้ง ถ้าต่ำกว่าระดับนั้นจะมีฝนหรือพายุ กองอุตุนิยมศาสตร์ของ
เราทำนายอากาศทุกวันนี้ใช้บารอมิเตอร์เป็นเครื่องประกอบ.

การกะเนในส่วนสูงของภูมิประเทศ อากาศมีความกดไม่เท่า
กันทั่วทุกแห่ง จะสังเกตได้ง่าย ๆ เช่นอยู่ที่เชิงเขา ระดับปรอทใน
บารอมิเตอร์จะระดับหนึ่ง แต่พอขึ้นไปบนยอดเขา ระดับปรอทจะลดลง
โดยปกติความดันของอากาศ ณ ที่ ๆ อยู่ใน ระดับน้ำทะเล ปรอทใน
บารอมิเตอร์จะสูง ๗๖๐ มม. หรือ ๓๐ นิ้ว พ้นที่ยังสูงขึ้นไปจากระดับ
น้ำทะเลอากาศจะมีความดันน้อยลง เพราะอากาศที่ อยู่เหนือเราน้อยเข้า
และเบาบางลง ระดับในบารอมิเตอร์จะลดต่ำลงด้วย เราจึงใช้การขึ้น



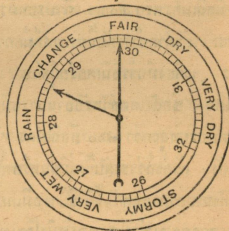
บารอมิเตอร์แบบสุก



บารอมิเตอร์แบบนอนเนอร์รอสส์

รูปที่ ๔๐

บันหรืออากาศยานอยู่สูงจากพื้นดินเท่าไร.



ชนิดของบารอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบันนี้มีอยู่ ๒ ชนิดคือ

๑. ชนิดที่ทำด้วยปรอท คือบารอมิเตอร์ที่ใช้ปรอทเป็นเครื่องบอกความดันของอากาศ มีชนิดต่าง ๆ กันแต่ผู้ประดิษฐ์

ดงของ ระดับ ปรอทในบารอมิเตอร์นี้ทำนาย
ส่วนสูง นักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองพบว่า ถ้า
ระดับปรอทในบารอมิเตอร์ลดลงเล็กน้อย ส่วนสูง
ของพื้นที่จะสูงขึ้น ๑๐๐๐ ฟุต หรือลดลง ๑ มม.
ต่อพื้นที่ สูงขึ้น ๑๑ เมตร เครื่องบินและ
อากาศยาน มี เครื่อง บารอมิเตอร์ชนิดแอน-
เนอรอยด์ ติดกำกับอยู่ ด้วยเพื่อบอก ว่า เครื่อง

เช่นบารอมิเตอร์แบบฮุก (Hooke's barometer) ประดิษฐ์โดยโรเบิร์ต ฮุก ซึ่งเป็นผู้ช่วยของโรเบิร์ตบอยล์ ที่เรากล่าวนามมาแต่บัดนี้เป็นต้น.

๒. ชนิดที่ทำด้วยโลหะ คือบารอมิเตอร์ที่ใช้โลหะเป็นส่วนประกอบสำหรับบอกความดันของอากาศ บารอมิเตอร์ชนิดนี้ไม่ต้องใช้ปรอทเลย เรียกว่าบารอมิเตอร์แบบแอนเนอโรออยด์ (Aneroid barometer)

สิ่งเชบความ

๑. ประโยชน์ของบารอมิเตอร์.

ก. ใช้วัดความดันของอากาศ.

ข. ใช้สังเกตการเปลี่ยนแปลงของอากาศ.

ค. ใช้คะแนส่วนสูงของภูมิประเทศจากระดับน้ำทะเล

๒. อากาศมีความดันคิดเป็นน้ำหนักประมาณ ๑๐๓๔ กรัมบนพื้นที่ ๑ ตารางเซนติเมตร หรือประมาณ ๑๕ เปาบนพื้นที่ ๑ ตารางนิ้ว.

๓. ถ้าอากาศมีความดันเป็นปกติ ระดับปรอทในบารอมิเตอร์จะสูง ๗๖๐ มม. หรือ ๓๐ นิ้ว.

๔. โรเบิร์ตบอยล์ นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ (เกิด พ.ศ. ๒๓๗๐ ตาย พ.ศ. ๒๔๓๔) เป็นคนแรกที่ใช้บารอมิเตอร์ทำนายความแปรปรวนของอากาศ.

๕. ถ้าระดับปรอทในบารอมิเตอร์ลดลง ๑ นิ้ว พนักจะสูงขึ้น ๑๐๐๐ ฟุต หรือลดลง ๑ มม. พนักจะสูงขึ้น ๑๑ เมตร.

แบบฝึกหัดบทที่ ๑๖

๑. บารอมิเตอร์คืออะไร ? จงบอกวิธีสร้างบารอมิเตอร์อย่างง่าย ๆ.
๒. เราจะทำนายว่าอากาศวันนั้นเป็นอย่างไรได้อย่างไร ?
๓. ทำไมเรือกดไฟที่เดินทะเลและมหาสมุทร และอากาศยานจึงต้องมีบารอมิเตอร์ติดอยู่ด้วย ?
๔. บารอมิเตอร์ที่ใช้นกน้อยตัวไปนั้นมียุทธวิธี ชนิดหนึ่ง ๆ ต่างกันอย่างไร ?
๕. สัญลักษณ์คืออะไร ?

บทที่ ๑๗

ประโยชน์จากลมอากาศ

ในขณะที่เรานอนอยู่กลางแจ้ง เราคิดว่าเรากำลังนอนอยู่ในที่ว่างเปล่า
แต่ไม่ใช่ เราไม่ได้นอนอยู่ในที่ว่าง เรานอนอยู่ท่ามกลางอากาศ ล้อมรอบ



โลกหุ้มห่อด้วยอากาศ รูปที่ ๔๒

ไปด้วยอากาศ คล้ายกับปลาในน้ำที่ม้วนตัวอยู่ อากาศที่ล้อม
รอบตัวเรานี้กดเราอยู่ทุกด้าน นอกจากนั้นยังมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือระดับความร้อนอยู่เสมอ.

เนื่องจากอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ จึงทำให้ความเป็น
อยู่ของมนุษย์แตกต่างกันไปตามฤดูกาล.

กล่าวโดยทั่วไป ในหัวร้อนอากาศร้อน ประเทศที่อยู่ใกล้เส้น
ศูนย์สูตรของโลกอย่างประเทศไทยเรานี้ มีอากาศร้อนกว่าประเทศที่
อยู่สูงขึ้นไปหรือต่ำลงไป ในหนานประชาชนใช้เครื่องนุ่งห่มบางๆและน้อย
ชิ้น เพื่อไม่ให้เครื่องแต่งกายอับเฝ้าความร้อนจากอากาศได้จนเกินควร.

ในหน้าหนาว อากาศหนาว ในฤดูหนาวบางประเทศมีอากาศหนาว
จัด มีหิมะตกและขาวทวไป มีหมอกดงหรือมีฝนตกพวๆตลอดวัน
บางครั้งความมืดเห็นตก ประชาชนใช้เครื่องนุ่งห่มหนาๆ แต่งกาย เพื่อ
อบความร้อนและให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายเพียงพอ.

ในเขตประเทศร้อนอย่างประเทศไทย พะมา อินเดีย ฯลฯ
ยังมีหน้าฝน ในหนานฝนตกจากฟ้า ทำให้ภูมิประเทศเปียกและชุ่มชื้น
เหมาะแก่การถักถนอม เครื่องแต่งกายของประชาชนในหนาน จึงเป็น
เครื่องกันหยาดน้ำฝนเพื่อมิให้เปียกชื้น.

สิ่งที่ตกลงมาจากฟ้า คือ ฝน หิมะ และลูกเห็บ.

ฝน ฝนนั้นเกิดขึ้นโดยแสงแดดเผาบนพื้นโลกให้กลายเป็นไอน้ำ
ลอยขึ้นไปในอากาศ ไอน้ำนั้นเมื่อไปพบความเย็นเข้าก็รวมตัวกันเป็น
กลุ่มก้อนเรียกว่า เมฆ ลอยอยู่บนฟ้า เมื่อมีน้ำหนักมากเมฆก็ลอยต่ำ
ลงมา ลูกกลมพายุพัดให้กระทบกันหรือกระทบกับยอดเขาสูงก็แตก
ออกเป็นหยดน้ำเม็ดเล็ก ๆ ตกลงมา.

หิมะ ก็คือฝนที่ตกลงมาและพบ กับอากาศเย็น บนพื้นโลกแล้ว
แข็งไม่เป็นหยาดน้ำ แต่เป็นแผ่นบาง ๆ มีรูปต่างๆ และสีขาว.

ลูกเห็บ คือ ฝนที่ตกลงมาและพบอากาศเย็น แฉะแข็ง เมื่อ
ถูกกระแสดมผอบไปรวมกับเมฆอื่น ๆ จนเป็นก้อน ไคมน้ำหนักตกลงมา
ลูกเห็บอาจทำอันตรายให้แก่คนหรือสัตว์สถานที่บ้านเรือนได้.

การอ่านเทอร์มอมิเตอร์ เราพูดถึงเทอร์มอมิเตอร์มาในบทแรก
แล้วว่า เป็นเครื่องมือสำหรับวัดอุณหภูมิหรือระดับของความร้อน
อากาศย่อมมีอุณหภูมิแตกต่างกันไปตามฤดูกาล ในหน้าหนาวอากาศ



เทอร์มอมิเตอร์ รูปที่ ๔๓

ระดับปรอทจะสูงขึ้น.

เราจะสังเกตความเปลี่ยนแปลงของระดับปรอทนี้ได้เสมอในตอน
กลางวัน เวลาเช้าอากาศเย็นปรอทลดต่ำ กลางวันร้อนปรอทขึ้น
สูง ตกตอนเย็นความร้อนคล้ายตัวปรอทลดต่ำอีก ในตอนกลางคืน
โดยมากมีความร้อนน้อยกว่าตอนกลางวัน ระดับปรอทจะลดต่ำ.

เย็น ปรอทในเครื่องเทอร์มอมิเตอร์หดตัว
ระดับปรอทจะลดต่ำ บางประเทศอาจลง
ถึงขีด ๐ องศาเซลเซียสหรือ ๓๒ องศา
ฟาเรนไฮต์ จะแข็ง มีหิมะตกมาก อย่าง
ประเทศฟินแลนด์ รัสเซีย จีนตอนเหนือ
เป็นต้น.

พอฤดูร้อน อากาศมีความร้อนมาก
จึงทำให้ปรอทในเทอร์มอมิเตอร์ขยายตัวขึ้น

การเปลี่ยนแปลงมีอยู่ตลอดเวลาทุกวัน ถ้าเราคิดถึงเกิดเทอร์มอมิเตอร์ เราจะทราบได้ทีเดียว อากาศมีความร้อนเปลี่ยนแปลงอย่างใดบ้าง.

ประโยชน์จากลมอากาศ ลมอากาศนั้นมีประโยชน์อย่างมากมาย โดยเฉพาะสำหรับชีวิตมนุษย์ นักวิทยาศาสตร์สมัยปัจจุบันนี้สามารถแยกถึงสำคัญซึ่งมีอยู่ในอากาศและเป็นประโยชน์ต่อมนุษย์มาใช้ได้ แต่ในขณะนี้เราจะกล่าวถึงประโยชน์เบื้องต้นของมันเท่านั้น.

๑. อากาศเป็นผู้บังคับการแต่งกายของมนุษย์ ตามที่เราเรียนมาแล้วเราจะเห็นว่า เมื่ออากาศเปลี่ยนแปลงไป การแต่งกายของมนุษย์ก็ต้องเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย.

๒. อากาศทำให้นิสัยและความเป็นอยู่ของคนเราแตกต่างกัน พลเมืองในประเทศหนาวมักขี้หนาว อดทนต่อการงานมากกว่าพลเมืองในประเทศร้อน.

๓. อากาศเป็นคล้ายหลังคาที่คอยป้องกันอันตราย และกันแสงแดดไม่ให้เผาดินจนร้อนจัดเกินไป ถ้าไม่มีอากาศแสงแดดจะส่องมายังพื้นโลกได้เต็มที่ ความร้อนที่โลกได้รับจะมากเกินไป ที่สุดถึงที่ชีวิตก็จะหมดไป โลกของเราก็คงว่างเปล่า แต่เพราะมีอากาศที่ห่อหุ้มโลกอยู่หนาจากพื้นโลกขึ้นไปประมาณ ๒๐๐ ไมล์ อากาศจึงเป็นตัวบังแสงแดดและช่วยให้ความร้อนพอเหมาะกับความต้องการ.

๔. อากาศเป็นสิ่งที่มีมนุษย์ พืช และสัตว์ ต้องการหายใจ เพื่อดำรงชีวิตและเจริญเติบโต.

๕. อากาศช่วยเหลืออาชีพของมนุษย์ โดยณะเพราะกคชการกตกรวม ซึ่งจำเป็นตองอาศัยดินฟ้าอากาศมาก.

๖. เนื่องจาก อากาศมีกำลัง ดันมาก อย่างที่ได้ทราบ มาแล้วในบทที่ ๑๕ ดังนั้นกตยาศาสตร์จึงนำสมบัติของอากาศชอนมาใช้ประโยชน์ เช่น บินลม ขวดฉุดน้ำหอม ห้ามล้อรถบางชนิด หรือเครื่องสูบน้ำชอนมาจากที่ลึก ๆ ที่เรียกว่าน้ำบาดาล เป็นต้น.

๗. ประโยชน์จากพัดลม โรงต้ไต้ก่อนใช้ลมช่วยเหลือให้ลมพัดใบพัดทำคดไ้วข้างนอก ใบพัดนี้คดกับแกนซึ่งคดคอกกับเครื่องภายใน เมื่อลมพัดใบพัดหมุน แกนก็หมุนและไปหมุนเครื่องจักรภายในด้วย โรงต้ไต้ชนิดนี้เรียกว่า โรงสีลม เรือกำปั่นหรือเรือใบเดินไปได้อาศัยกำลังลมพัด.

สังเขปความ

๑. อากาศเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอตลอดปี มนุษย์เราจึงต้องแต่งกายและใช้เครื่องนุ่งห่มตามฤดูกาล.

๒. สิ่งตกจากฟ้ามี ฝน หิมะ และตกเห็บ.

๓. เทอร์มอมิเตอร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิการเปลี่ยนแปลงของความร้อนหนาวของอากาศ.

แบบฝึกหัดบทที่ ๑๗

๑. ทำไมในฤดูหนาวเราจึงต้องใช้เครื่องแต่งกายต่างกับฤดูร้อน ?
ฤดูไหนเราแต่งตัวอย่างไร ?

๒. จงอธิบายให้เข้าใจว่าฝนเกิดขึ้นได้อย่างไร ?

๓. ถ้าวินัสปรอทในเทอร์โมมิเตอร์ขึ้นสูง อากาศเป็นอย่างไร ?
ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ?

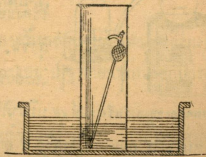
๔. ท่านรู้จักเครื่องเดินอะไรบ้างที่อาศัยลมเป็นเครื่องช่วย จง
บอกชื่อ และอธิบายว่าท่านเดินมันอย่างไร ?

๕. จงกล่าวถึงโทษของลมและอากาศมาตามที่ทราบ.

อากาศไม่ใช่ธาตุแท้

สมัยก่อนเข้าใจกันว่า อากาศเป็นธาตุชนิดหนึ่ง เรียกว่า ธาตุลม
 คำว่า ธาตุ หมายถึงเนื้อของมันเป็นอย่างเดียวกันๆ ไม่มีอะไร
 เจือปนอยู่ด้วย แต่ตามที่เรากล่าวมาแล้ว เราทราบว่า อากาศเป็นสิ่งที่
 ไม่มีชีวิต เป็นสิ่งตาย มีภาวะเป็นแก๊ส แต่อากาศเป็นแก๊สชนิดเดียว
 กันๆ หรือว่าแก๊สหลายอย่างผสมกันเรายังไม่ทราบ เราจะต้อง
 ทำการทดลองดังต่อไปนี้.

การทดลอง ๑. หาตะไ่บเหล็กห่อผ้าบางๆ ซึ่ง แล้วจุด
 นำหนัก ผูกปลายไม่ให้ขึ้น แล้วใส่ลงในกระบอกแก้วที่มีขีดแสดง
 ปริมาตรอยู่ด้วย คำนวณอย่างนา
 ดังแสดงในรูป สังเกตดูว่า ระดับ
 น้ำอยู่ระดับไหน เห็นระดับน้ำ
 ขึ้นไปจะมีอากาศอยู่เต็ม ปล่อยให้
 หงไว้สัก สอง สาม วัน มาดูใหม่
 จะเห็นว่า ระดับของ น้ำใน กระบอก ตะไ่บเหล็กอยู่ในกระบอกแก้ว รูปที่ ๔๔
 แก้วครึ่งหนึ่ง และสูงขึ้นคิดเฉลี่ยเป็น ๑ ใน ๕ ส่วนของอากาศที่ม
 อยู่เดิม.

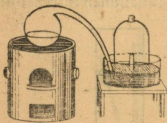


ถ้า เรา เอา กระบอก แก้ว ครอบน้ำไว้เฉยๆ น้ำจะ สูงขึ้นได้ หรือ ?
 คงไม่น่าที่ สูงขึ้นได้ นี้ ก็เพราะน้ำเข้าไปแทนที่อะไรซึ่งอยู่ในกระบอกแก้ว

แต่สิ่งที่อยู่ในครอบแก้วนั้น คือ อากาศ นำเข้าไปแทนที่อากาศ
อากาศบางส่วนในครอบแก้วนั้นหายไป.

อากาศบางส่วนนั้นหายไปไหน? ตามธรรมชาติอากาศอยู่ตัว ๆ
จะหายไปไม่ได้ดังกล่าวแล้ว ถ้าเอาหลอดตะไบไปขึงตุน้ำหนักจะหนัก
กว่าคราวแรกที่ได้จุดน้ำหนักไว้ ฉะนั้นเราจึงเข้าใจว่า อากาศบางส่วน
ที่หายไปเข้าไปผสมกับหลอดตะไบเหล็ก ถ้าหลอดตะไบใดจะเห็นว่าเหล็ก
มี 'ดินมี' เกิดขึ้น แต่ไม่เป็นดินมีไปทั้งหมด ยังคงมีหลอดตะไบเหล็กลอย
แสดงว่าอากาศที่เหลืออยู่นั้นไม่ผสมกับหลอดตะไบเหล็ก.

การทดลอง ๒. หาวหลอดแก้วหรือคนโทหนักถ่วงด้วยรูป คือปาก
คนโทให้เข้าไปอยู่ในกระบอแก้วที่ครอบอยู่ในอ่าง ในคนโทใส่ปรอท
แล้วคงไฟรมไฟเรื่อยจนปรอทเกือบเดือดถึง
ไว้ตั้งนั้นสักสองวัน จะเห็นว่าน้ำในครอบแก้ว
สูงขึ้น. แสดงว่าอากาศบางส่วนหายไป



แต่ละส่วนที่หายไปนั้นคิดเป็น ๑ ใน ๕ ของ
การทดลองของลาวัวซีเย รูปที่ ๔๕ ปริมาตรทั้งหมด (คืออากาศในครอบแก้ว
ทั้งหมดมี ๕ ส่วน ก็หายไป ๑ ส่วน) บนผิวปรอทในคนโทจะมี
สีแดงเกิดขึ้น ผงสีแดงนั้นเกิดขึ้นโดยอากาศส่วนที่หายไปนั้น เข้าไป
ผสมกับปรอท เช่นเดียวกับมันผสมกับหลอดตะไบเหล็ก การทดลองนี้
ลาวัวซีเย นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส (เกิด พ.ศ. ๒๒๗๖ ตาย
พ.ศ. ๒๓๓๗) เป็นคนทำการทดลองก่อน (การทดลองนั้นว่ายาก
อยู่สักหน่อย และไม่ค่อยดีสำหรับพวกเรา) แต่นักวิทยาศาสตร์

ทำการทดลองกันมาแต่ก่อนมาก และพบว่าทุกคราวที่ทำการทดลองจะเป็นความจริงตามการทดลองที่กล่าวแล้วเสมอ.

ถ้าหากอากาศเป็นธาตุแท้ อากาศต้องเป็นแก๊สชนิดเดียวกันล้วน และต้องมีสมบัติเหมือนกัน คือชอบผสมธาตุด้วยกัน แก๊สอย่างใดจะแยกสมบัติกันไม่ได้.

แต่ตามการทดลองทั้งสองที่กล่าวมานั้น ทำให้เราเห็นได้ว่าอากาศบางส่วนชอบผสมธาตุกับธาตุอื่น แต่บางส่วนยังคงเฉยอยู่ ไม่ชอบผสมธาตุกับใคร ดังนั้นอากาศคงไม่ใช่แก๊สชนิดเดียวกันล้วน อากาศต้องมีแก๊สอย่างน้อยสองชนิดผสมกัน และสมบัติอย่างคร่าว ๆ ของแก๊สสองชนิดนี้ ก็คืออย่างหนึ่งชอบผสมธาตุ อีกอย่างหนึ่งไม่ชอบผสมธาตุ.

สังเขปความ

๑. อากาศไม่ใช่ธาตุแท้ อากาศมีแก๊สอย่างน้อยสองชนิดผสมกัน สมบัติของแก๊สสองชนิดนี้ต่างกัน อย่างหนึ่งคืออย่างหนึ่งชอบผสมธาตุ อีกอย่างหนึ่งไม่ชอบผสมธาตุ.

๒. ลาวัณเซียนักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส เป็นคนทำการทดลองพบว่าอากาศไม่ใช่ธาตุแท้ ท่านผู้นี้เกิดปี พ.ศ. ๒๒๘๖ ตาย พ.ศ. ๒๓๓๗.

๓. อากาศที่ชอบผสมธาตุมี อยู่ในอากาศ คิดเป็น ๑ ใน ๕ ส่วนของอากาศทั้งหมด.

แบบฝึกหัดบทที่ ๑๘

๑. จงแสดงการทดลองว่า อากาศไม่ใช่ธาตุแท้มาตั้งวิธีหนึ่ง.
๒. ตามการทดลองของดาว์เซีย อากาศส่วนที่หายไปและส่วนที่คงเหลืออยู่ คิดเป็นเศษส่วนเท่าไรของอากาศในครอบแก้ว ผลของการทดลองเป็นจริงดังเดิมหรือไม่?
๓. ตามการทดลอง ๑. และ ๒. จงอธิบายว่า อากาศส่วนที่หายไปนั้น ไปอยู่ที่ไหน? ทำไม?

ส่วนผสมของอากาศ

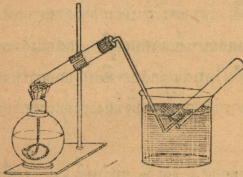
ในบทที่ ๑๘ เราทราบว่าอากาศมีแก๊สอย่างน้อยสองชนิดผสมกันอยู่ ที่เราพบว่า อย่างน้อย นั้น เพราะจะทราบจากการทดลองต่อไปนี้
อีกในบทนี้ว่า ในอากาศนั้นมีแก๊สอย่างอื่นผสมอยู่อีก แก๊สที่ผสมอยู่ในอากาศเป็นส่วนมากคือ แก๊สไนโตรเจน แก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ นอกจากแก๊สพวกนี้แล้วยังมีผงและฝุ่นละอองปนอยู่อีก.

ในโตรเจน ตามการทดลอง ๑ และ ๒ ของบทที่ ๑๘ เมื่ออากาศส่วนหนึ่งหายไป คือเข้าไปผสมธาตุกับตะไบเหล็กหรือปรอทแล้ว จะยังคงมีอากาศเหลืออยู่ในครอบแก้วอีก อากาศส่วนที่เหลือนั้นไม่ชอบผสมธาตุกับใคร ถ้าเขาไม่ที่ติดไฟได้เข้าไปในอากาศส่วนที่เหลือ ไฟจะดับ ปริมาตรของอากาศส่วนนี้จะคงเหลืออยู่ประมาณ ๑/๕ ของอากาศในครอบแก้วที่มียุติ.

เหตุเพราะอากาศส่วนนี้ไม่ชอบผสมธาตุกับใคร จึงเรียกกันว่าอากาศที่ไม่ไว (In-active Air : อิน แอคทีฟ แอร์) แต่ต่อมาเรียกแก๊สไนโตรเจน (Nitrogen).

ออกซิเจน ถ้าเราเอาปรอทสีแดงในคนโทแก้วมาได้หลอดทดลอง อุดปากหลอดให้แน่นแต่ให้มีทางสำหรับใส่หลอดแก้ว เพื่อต่อไปยังที่เก็บแก๊สซึ่งคว่ำอยู่บนอ่างน้ำ (ที่เก็บแก๊สอย่างง่าย ใช้หลอดทดลอง

ได้นำให้เต็มแล้วคว่ำลงในอ่างน้ำบนปลายของหลอดแก้วอีกข้างหนึ่ง (รูปที่ ๔๖) เมื่อยังไม่แก่งน้ำจะมีเต็มหลอด) แล้วเอาหลอดที่ได้ปรอทขึ้นครึ่งหลอดไฟ ในไม่ช้าจะปรากฏว่ามีตะกอนของปรอทไปจับอยู่ที่หลอดคอดนั้น เห็นกว่า และในที่สุดแก่งน้ำจะมีฟองแก่งปลิวขึ้นแทนที่น้ำ



วิธีเตรียมออกซิเจน รูปที่ ๔๖

การทดลองนี้แสดงให้

เห็นว่าปรอทสีแดง แยก ออก เป็นปรอทกับอากาศตามเดิม เพราะ ปรอท ที่ อยู่ใน หลอด แก้ว นั้น มี ลักษณะ และ คุณสมบัติเช่นเดิม แก่งที่เก็บ

ไว้ได้คืออากาศ ส่วนที่เข้าไปผสมกับปรอทนั่นเอง ถ้าเรานำอากาศส่วนนั้นไปวัดปริมาณ จะมีปริมาณเท่ากับอากาศส่วนที่หายไปเดิมคือปริมาณของปริมาณของอากาศที่อยู่ใน ครอบแก้วเดิม.

ลองเอาเศษไม้ที่ขีดไฟได้เข้าไปในแก่งนี้ ไฟจะคงลุกอยู่ต่อไปอีก แสดงว่าแก่งช่วยให้ไฟลุก และเพราะเหตุที่อากาศส่วนนั้นผสมผสานกับธาตุอื่น จึงเรียกกันว่า อากาศที่ไว (Active Air : แอกทีฟ แอร์) คือ มาเรียกกันเสียใหม่ว่า แกสออกซิเจน (Oxygen).

แกสคาร์บอนไดออกไซด์ ถ้าเราเอากล่องไฟแดงใส่ลงในแกสออกซิเจน จะเห็นว่าถ่านขีดไฟเป็นประกาย ถ้าก้อนไม้ใหญ่ๆ ไม่ช้าคงเหลือแต่หัวขีดขาวอยู่ในกระบอแก้วนั้น ถ้าเราเอาน้ำปูนใส

ได้ลงไปแล้วเขย่า น้ำปูนใสจะขึ้นเป็นตะกอนขาว เราลองทดสอบกับ
ออกซิเจนบ้าง แก๊สออกซิเจนจะไม่ทำให้น้ำปูนใสเป็นตะกอนขาวได้ ดัง
นั้น แก๊สในกระบอกนี้ไม่ใช่ออกซิเจน แต่เป็นแก๊สที่เกิดขึ้นโดยการผสม
ธาตุระหว่างออกซิเจนกับถ่าน แก๊สนี้จึงเรียกว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
(Carbon dioxide) หรือแก๊สกรดถ่าน (Carbonic acid gas) คำว่าคาร์บอน
(Carbon) นั้นแปลว่าธาตุถ่าน.

อากาศที่หายใจออกของมนุษย์แต่ละตัวหรือพืช ย่อมมีแก๊สนี้เป็นส่วน
ส่วนผสมมาก นอกจากนั้นเหตุใดที่มีการเผาไหม้เกิดขึ้น ย่อมมีแก๊สนี้
เกิดขึ้นด้วย เช่นควันไฟ ไอเสียรถยนต์ เรือยนต์ หรือควันจาก
ปล่องโรงงานต่าง ๆ ฯลฯ ดังนั้นตามเมืองที่มีคนหนาแน่น มีโรงงาน
โรงการมาก จะมีแก๊สนี้อยู่ในอากาศมาก.

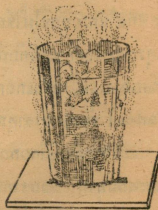
เราจะทดลองให้เห็นจริงก็ได้ว่า สมหายใจออกของเรา มีแก๊ส
คาร์บอนไดออกไซด์ ลองหายใจลงไปใต้น้ำปูนใส น้ำปูนจะเป็นฝ้าเป็น
คราบ ถ้าพื้นเดิมลงไปจะมีตะกอนขึ้นขาวเกิดขึ้น แสดงว่ามีแก๊ส
คาร์บอนไดออกไซด์จริง.

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไม่มีประโยชน์แก่ร่างกาย มีหน้าที่ถ้า
มีอยู่มากเกินไปก็ให้โทษได้ เช่นในโรงหนังโรงละคร ที่ไม่มีทางถ่าย
เทอากาศเสียออก ผู้ที่จะรู้สึกอึดอัดปิดศีรษะหรือเวียนศีรษะเป็นต้น
แต่เป็นประโยชน์สำหรับพืช เช่นต้นไม้ต้องการแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
สำหรับหายใจแล้วถ่ายแก๊สออกซิเจนออกมา.

ไอน้ำในอากาศ ในอากาศย่อมมีไอน้ำลอยปนอยู่ด้วย เสมอ

เพราะเมื่อแสงแดดแผดเผาตามแม่น้ำลำคลอง และทะเล ๑๓ ๑ น้ำก็กลายเป็นไอน้ำลอยขึ้นไปบนอากาศ.

เราทดลองได้ง่าย ๆ ว่า ในอากาศมีไอน้ำ คือหาถ้วยมาตั้งใบเซตให้แห้ง แล้วหาแก้วน้ำแข็งใส่ลงไป ไม่ช้าจะเห็นว่ามีหยดน้ำมาเกาะที่ผิวแก้ว ด้านนอก นั่นคือไอน้ำที่ลอยอยู่ในอากาศ เพราะไอน้ำเมื่อถูกเย็นเข้า จะกลายเป็นหยดน้ำ



เกาะอยู่ภายนอก หรือเขาเกลือได้งานทั้งไว้ ไอน้ำมีอยู่ในอากาศ รูปที่ ๔๓ ค้างคาว รังของมันจะเกิดจระเข้ตายหมด เพราะไอน้ำในอากาศทำให้เกิดจระเข้ตาย ไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศนั้นเองเป็นเหตุให้อากาศมีความชื้นแห้ง.

ฝนในอากาศ นอกจากนั้นในอากาศยังมีผงและฝุ่นละอองลอยปนอยู่ด้วย จึงสังเกตเห็นแสงแดดที่ส่องทะลุผ่านข้างฝาในห้องหรือหน้าต่างจะเห็นว่ามีส่วนละอองฝนลอย หรือสิ่งของที่คงไว้นานเช่นหนังสือหรือโต๊ะ จะเห็นว่ามีส่วนละอองจับอยู่เต็ม เมื่อฝนตก ฝนจะระเหยมาลงเหล่านี้อากาศจึงคลายตัว จึงทำให้อากาศมีฝุ่นน้อยลง ดังนั้นภายหลังจากฝนตก ไฟหน้ารถยนต์หรือจักรยาน จึงไม่สว่างเหมือนก่อนฝนตก เพราะแสงไฟไม่กระทบกับฝุ่นหรือฝุ่นละออง.

สิ่งเขปความ

๑. ในอากาศมีแก๊สอยู่หลายชนิด เช่น แก๊สไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ ๑๓ ๑ และยังมีฝุ่นละอองอีกด้วย.

๒. แกล้งในโตรเจนไม่ช่วยให้ไฟลุก ไม่ผสมธาตุกับธาตุอื่นจึงเรียกว่า ‘อากาศที่ไม่ไว.’

๓. แกล้งออกซิเจนช่วยให้ไฟลุก ชอบผสมธาตุกับธาตุอื่นจึงเรียกว่า ‘อากาศที่ไว.’

๔. แกล้งคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดจากธาตุถ่านผสมกับออกซิเจน ทำให้หน้าปัดเป็นตะกอนชั้นขาว ไม่เป็นประโยชน์สำหรับมนุษย์ แต่เป็นประโยชน์สำหรับต้นไม้.

แบบฝึกหัดบทที่ ๑๔

๑. จงบอกวิธีเก็บแก๊สออกซิเจนจากปรอทแดง.

๒. จงแสดง การ ทดลอง ว่าใน ถม หายใจ ออก ของเรามีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ผสมอยู่.

๓. ทำไมเราจึงทราบว่าในอากาศมี

ก. ไอน้ำ.

ข. ผงละอุนตะออง.

สมบัติของไนโตรเจนและออกซิเจน

ตามที่เราทราบมาแล้ว แก๊สที่ผสมกันเป็นอากาศซึ่งเราหายใจ
กันอยู่นั้น ที่สำคัญมีอยู่ สองชนิด คือ แก๊สไนโตรเจนและแก๊สออกซิเจน
แก๊สไนโตรเจนมีอยู่ประมาณ ๔ ใน ๕ ส่วนของอากาศ และแก๊สออกซิ-
เจนมีอยู่ประมาณ ๑ ใน ๕ ส่วนของอากาศ ในบทนี้เราจะได้เรียนถึง
สมบัติของมันต่อไป.

สมบัติไนโตรเจน ๑. ในการทดลองที่หนึ่งและที่สองของบท
ที่ ๑๙ เมื่ออากาศบางส่วนหายไป จะยังคงมีอากาศอีกส่วนหนึ่งเหลือ
อยู่ในครอบแก้ว ประมาณ ๔ ใน ๕ ส่วนของอากาศเดิม อากาศส่วน
นี้แสดงให้เห็นว่าไม่ชอบผสมเข้ากับใคร และคงมีลักษณะไม่เปลี่ยน
แปลง คือ ไม่มีกลิ่น และมองเห็นได้คือไม่มีสี ถ้าสามารถชิมดูได้
ก็จะไม่มีรส.

๒. ในครอบแก้วที่มียาแก๊สไนโตรเจนอยู่นั้น ถ้าเอาสัตว์เล็กๆ เช่น
หนูนับจิ้งกรัหรือกบ ใส่เข้าไปไม่ช้าสัตว์นั้นจะตาย แสดงว่ามันไม่ช่วย
ให้สัตว์ดำรงชีวิตอยู่ได้ ถึงแม้คนเราจะเหมือนกัน ถ้าหายใจเอาแก๊สนี้
เข้าไปอย่างเดียวก็น่าจะตาย.

๓. ถ้าเราใช้กระดาษฟางทำชุดและจุดไฟให้ลุก แล้วใส่ลงใน
แก๊สไนโตรเจน ไฟจะดับทันที หรือใช้สิ่งอื่นที่ติดไฟใส่ลงไปก็ดับเหมือนกัน
แสดงว่าแก๊สนี้ไม่ช่วยให้วัตถุอื่นติดไฟ.

สมบัติของออกซิเจน ๑. แก๊สออกซิเจนชอบผสมธาตุกับธาตุอื่น ดังจะเห็นว่ามันแยกออกไปผสมกับขี้เถ้าและปรอทแต่ดำพัง ทำให้เกิดเป็น สนิม ขี้ (ตามการทดลองในบทที่ ๑๘) แก๊สเหมือนแก๊สในโตรเจนคือไม่มีสี ไม่มีกลิ่นและไม่มรส.

๒. เมื่อเราเอาเศษไม้ที่ขีดไฟแล้ว เช่น เศษ ถ่านที่ขีดไฟได้ลงในหลอดทดลองที่เราเก็บแก๊สออกซิเจนไว้ (ตามการทดลองบทที่ ๑๕) ไฟจะลุกอยู่ต่อไปและแตกเป็นประกายสว่าง กับจะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นด้วย แด่งว่าออกซิเจนช่วยให้วัตถุอื่นขีดไฟหรือช่วยในการลุกไหม้ของวัตถุ.

๓. ช่วยให้น้ำหนัก ตัว และพืช ดำรงชีวิตอยู่ได้ เพราะเราจะเห็นว่า เราต้องการอากาศหายใจ เมื่ออากาศส่วนหนึ่งตามที่ทดลองไม่ช่วยให้ดำรงชีวิต ก็มีอากาศส่วนหนึ่งแทนที่ให้เราดำรงชีวิตอยู่ต่อไปได้.

ส่วนผสมของอากาศ คงจะมีผู้สงสัยว่า ก็เมื่อแก๊สในโตรเจนไม่มีประโยชน์สำหรับร่างกายแล้ว ทำไมจึงต้องมีอยู่เป็นส่วนผสมของอากาศด้วยเล่า ?

แก๊สในโตรเจนนั้น ถึงแม้จะไม่ช่วยให้เราดำรงชีวิต แต่ก็ไม่ใช่พิษสำหรับร่างกาย ส่วนแก๊สออกซิเจนถึงแม้จะช่วยให้เราดำรงชีวิต มันยังช่วยให้ไฟลุกด้วย ถ้าในอากาศมีแต่แก๊สออกซิเจนอยู่อย่างเดียว วัตถุต่าง ๆ ก็จะถูกไหม้ได้ง่ายที่สุด และแถมถ้าเราหายใจเอามันเข้า

ไปแต่อย่างเดียวโดยไม่มีอะไรเจอบนเราก็ดายเหมือนกัน ขรรษาคิดจึง
ต้องจัดการให้แก้ออกซิเจนอ่อนลง โดยมีไนโตรเจนเป็นส่วนผสม
คิดเป็นส่วนผสมดังนี้ คือมีไนโตรเจนอยู่ ๔ ส่วน และออกซิเจน
อยู่หนึ่งส่วน.

มนุษย์ สัตว์และพืช ต้องการอากาศ อากาศเป็นสิ่งจำเป็น
สำหรับชีวิตมนุษย์ สัตว์ และพืช ผู้เขาไปดูภาพยนตร์ในโรงภาพยนตร์
บางโรงแล้ว จะรู้สึกได้ว่าอึดอัดเพียงไร นั่นคือมีอากาศหายใจไม่
ค่อยพอ ในห้องที่อบจนไม่มีทางอากาศผ่านเข้าออก คนเข้าไปอยู่ไม่
ช้าจะรู้สึกอ่อนเพลีย ถ้าชงอยู่นานๆ อาจตายได้ เพราะไม่มีอากาศ
หายใจ.

ลองจับสัตว์และพืชใส่ลงไปในที่ที่ไม่มีอากาศ สัตว์และพืชจะมีชีวิต
อยู่ไม่ได้ เช่นเอากะตาดที่ไม่มีรูครอบหุ้ญานเข้าหุ้ญาในกะตาดจะตาย
อากาศจึงเป็นสิ่งที่มีมนุษย์ สัตว์และพืช ต้องการ.

เราต้องการอากาศไปทำไม ? ในอากาศตามที่กล่าวแล้วว่า
แก้ออกซิเจนผสมอยู่ มนุษย์และสัตว์ ต้องการแก้ออกซิเจนเข้าไป
ในร่างกาย เพื่อให้ฟอกโลหิตดำ (คือโลหิตที่ร่างกายใช้แล้ว) ให้กลับเป็น
โลหิตแดง (คือโลหิตที่ร่างกายต้องการใช้สำหรับบำรุงเลี้ยงร่างกาย.)

อากาศกับสุขภาพ พูดถึงร่างกายของเราโดยเฉพาะ ร่างกาย
มนุษย์จะทำงานได้ดี เมื่อเสียความร้อนไปบ้างพอสมควร แต่ไม่ใช่
มากเกินไป หรือน้อยจนเกินไป ดังนั้นการออกกำลังกายในที่แจ้งและ
อากาศบริสุทธิ์จึงทำให้ร่างกายแข็งแรง.

ตามชนบท หรือ ตำบลที่ไกล ชายทะเล นับว่า เป็นที่ ๆ มีอากาศดี เพราะมีคนน้อยไม่แออัด ไม่มีโรงงาน โรงการที่ถ่ายแถมคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาอย่างในกรุง อากาศมีออกซิเจนผสมอยู่มากกว่าอากาศในเมืองที่มีผู้คนและโรงงานหนาแน่น พวกเราจึงชอบไปพักผ่อนตามชนบทหรือแถบชายทะเล.

สังเขปความ

๑. สมบัติต่างกันระหว่างไนโตรเจนกับออกซิเจน.

ไนโตรเจน	ออกซิเจน
๑. มีอยู่ ๔ ใน ๕ ของอากาศ	๑. มีอยู่ ๑ ใน ๕ ส่วนของอากาศ.
๒. ไม่ช่วยให้ไฟลุก	๒. ช่วยในการลุกไหม้ของไฟ
๓. ไม่ชอบผสมธาตุกับธาตุอื่น	๓. ชอบผสมธาตุกับธาตุอื่น.
๔. ไม่ช่วยให้มนุษย์ สัตว์ดำรงชีวิต	๔. ช่วยให้มนุษย์ สัตว์ และพืชดำรงชีวิต.

๒. อากาศจำเป็นต้องมีแก๊สไนโตรเจนไว้ สำหรับผสมให้แก๊สออกซิเจนอ่อนลง พอเหมาะกับความต้องการ.

๓. ร่างกายต้องการแก๊ส ออกซิเจน เข้าไป เพื่อฟอกโลหิต ทำให้เป็นโลหิตแดง.

๗
แบบฝึกหัดบทที่ ๒๐

๑. ทำไมเราจึงทราบว่าแกส์ในโตรเจน ก. ไม่ช่วยให้ไฟลุก?
ข. ไม่ช่วยให้มันลุกสว่างชีวิต?
๒. ทำไมเราจึงรู้ว่าแก๊สออกซิเจนช่วยในการลุกไหม้? จงอธิบายการทดลองให้เห็นจริง.
๓. จงบอกสมบัติของไนโตรเจน.
๔. จงบอกสมบัติของออกซิเจน.
๕. ในอากาศจะมีแค่แก๊สออกซิเจนอย่างเดียวได้หรือไม่? เพราะเหตุใด?

บทที่ ๒๑

กบ

ในบทแรกเราได้แบ่งสิ่งที่ย่อยรอบ ๆ ตัวเราออกเป็นสองพวก คือ สิ่งที่มีชีวิตและสิ่งที่ไม่มีชีวิต สำหรับสิ่งที่ไม่มีชีวิตเราได้พูดถึงมาในบทก่อน ๆ แล้ว ในบทนี้เราจะได้เริ่มพูดถึงสิ่งที่มีชีวิตกันบ้าง และเรื่องแรกที่เราจะพูดถึงก่อน ก็คือเรื่องของสัตว์.

สัตว์ที่เราจัดอยู่ในพวกสิ่งที่มีชีวิต เพราะมันกินอาหารได้ หายใจได้ เจริญเติบโตได้ รู้สึกได้ และสืบพันธุ์ได้ เราจะคงคนเรื่องสัตว์เหล่านี้ด้วยเรื่องของสัตว์ที่เราจะจัดอยู่แถวคอกกบ.

กบเป็นสัตว์สี่เท้า และเป็นสัตว์ค่อนข้างประหลาด คืออยู่ได้ทั้งบนบกและในน้ำ เรียกกันว่า สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ สัตว์จำพวกกบมีเขี้ยว อังอ่าง ปาด ๆ ตา ๆ มีชีวิตคล้ายคลึงกัน คืออาศัยอยู่ในน้ำเมื่อยังอ่อน แต่พอโตเต็มที่แถวคอกกบ.

สัตว์จำพวกกบ มีลักษณะดังต่อไปนี้:-

๑. เป็นสัตว์หนังเกลี้ยง ไม่มีเกล็ด ไม่มีขน.
๒. ในระหว่างที่ยังเล็กอาศัยอยู่ในน้ำ หายใจโดยใช้เหงือก คล้ายกับปลา.

๓. เวลาตกไข่ตกคราวละมาก ๆ ติดกันเป็นก้อน ๆ คล้ายฟองสบู่

๔. เวลาหายใจตามธรรมชาติใช้ปอด และหายใจออกตามผิวหนัง แต่บางพวกก็ไม่มีปอด แต่สัตว์จำพวกนี้ก็ยังคงอยู่ในอากาศได้

อย่างสบาย เพราะเนื่องจากผิวหนังยังคงเปียกอากาศซึมเข้าไปจนถึง
เลือดข้างในตัวได้.

ลักษณะของกบ กบมีหนังเกลี้ยง สีสเหลือง มีสีเขียวใบไม้แก่
แต้มเป็นจุดๆ สัตว์โคของชาว บางทีก่อนขางเหลืองอ่อน แต่สีของกบ
อาจเปลี่ยนได้ แดงแต่ภูมิประเทศ หรือสีของสิ่งแวดลอม ธรรมชาติ
ช่วยให้มันหลบหลีกศัตรูหรือคอยจับสัตว์ที่เป็นอาหารของมันกินได้.

ส่วนต่างๆ ภายนอกของกบ :-

๑. หัว หัวของกบมีรูปร่างเหลี่ยม.

๒. คอ ไม่มี.

๓. ตา ตาโปนออกมาข้างๆ หัว ใช้ดูได้รอบข้างโดยไม่ต้อง
หันศีรษะ มีหนังตาคอยปิดเมื่อเวลาดำน้ำ.

๔. หู ไม่มีใบหู แต่มีเยื่อหุ้มสำหรับเสียงอยู่ข้างๆ หัวถัดตา
เข้ามา

๕. จมูก จมูกมีอยู่ ๒ รอยเห็นชัดปาก ใช้หายใจและได้กลิ่น.

๖. ปาก ปากกบอ้าได้กว้างมาก ในปากมีฟันเล็กๆ สำหรับ
ใช้กัดสัตว์ที่เป็นอาหาร.

๗. ลิ้น ลิ้นกบยาว อยู่ตอนหน้าของปากติดกับปากค่อนข้าง
เวลาจะรวมตัวพบอยู่ในปาก พอจะใช้จับสัตว์ก็แลบออกมาได้อย่างรวดเร็ว
ที่ปลายลิ้นแยกออกเป็น ๒ แฉก เวลาจะจับสัตว์ใช้ปลายลิ้นตะ
กบยางเหนียวๆ ที่เพดานเสียงกอน.

๑๑๑

๘. ลำตัว มีขาอยู่ ๔ ขา ขาหน้า ๒ ขาด้าน ขาหลัง ๒ ขาหน้า
ยาว แบ่งเป็นสามตอน คือต้นขา ข้าง และต้น ขาหลังใช้สำหรับช่วย



ชั้นเจริญของกบ รูปที่ ๔๐

ในการกระโดดแต่ละอย่าง ขาหน้า ๔ นิ้ว ขาหลังมี ๕ นิ้ว และมี
หนึ่งคืบคือระหว่างนิ้วคล้ายเบ็ด ทั้งนี้เพื่อช่วยในการว่ายน้ำของกบ.

กบจำศีล ในฤดูหนาวตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์
กบมักจะชอบเก็บตัวอยู่ในรู หรือที่ซ่อนซึ่งปราศจากการรบกวน เรา
เรียกกบในเวลานี้ว่า กบจำศีล.

ปลายเดือนกุมภาพันธ์ตลอดจนถึงต้นฤดูฝน คือตั้งแต่เดือน
พฤษภาคมจนถึงกรกฎาคม กบจะเริ่มออกหากิน เราสังเกตได้จาก
เสียงของเจ้าตัวผู้ที่ร้องดัง คือจากนั้นกบตัวเมียจะเริ่มวางไข่ กบเป็น
ก๊อนโตๆ ไข่ฟองหนึ่งๆ มีสิ่งคล้ายวุ้นหุ้มอยู่ จึงมองดูคล้ายกับก๊อน
ฟองสบู่ เมื่อตัวเมียวางไข่แล้วตัวผู้จะมาป้อนอาหารตามเขี้ยวเต็มไข่ของ
ตัวเมียฟองหนึ่งๆ จะผสมเชื้อของตัวผู้ เมื่อฟองแล้ววุ้นหุ้มไข่อยู่มาก
ก็จะพองตัวกันไม่ให้ไข่ตัวผู้เขาไปอีก เราจะมองเห็นก๊อนไข่ตามพื้น
น้ำตามทุ่งนา บ่อ หรือ บึง เป็นต้น ไข่กับแท่งวุ้นในนั้นสีดำ.

ไข่จะเริ่มฟักตัวภายหลังจากนั้นสักสองสามอาทิตย์ และฟักออก
มาในลักษณะคล้ายตัวลูกนาขนาดเล็กโตเต็มที่ (ซึ่งเรียกว่าตัวอัยโม่ง)
ครั้งแรกตัวยาวประมาณครึ่งนิ้ว มีหางและเหงือกกางอยู่ครึ่งทางสอง
ข้างศีรษะ เพื่อใช้เกาะกับตะไคร่น้ำ ในครั้งแรกไม่มีตาไม่มีปากไม่มี
หู เสียงอาหารด้วยอาหารที่คงมีอยู่ในร่างกาย เจ้ากบแรกเกิดนี้ มัก
ชอบว่ายน้ำไปมาอยู่ในน้ำ หรือไม้เกาะกับพืชที่อยู่ในน้ำ.

ต่อมาอีกสองสามวัน ปากก็จะเริ่มปรากฏขึ้นตอนข้างหน้าของ
ศีรษะ ลูกกบเริ่มกินอาหารทางปากได้ เหงือกจะงอกกางออกเป็นสอง

คหรือตามค ข้างหลังคแรก ตาคจะปรากฏออกมาทะตหนึ่งซึ่งครั้งแรก
 บิดอยู่ ลูกบจึงเริ่มเห็น แต่ปากซึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมยังคงเล็กอยู่
 ในปากมพณเล็ก ๆ ขนบางแล้ว ลูกบจึงกินตะไคร่น้ำเป็นอาหารต่อไป.

ในขณะนั้นเหงือกทางออก ก็จะค่อย ๆ หดสั้นเข้า และมีเหงือก
 อย่างปลาทูแทน ในเวลาเดียวกันจะมีหนังงอกออกมาข้าง ๆ เหงือกจาก
 ทางด้านหลังทั้งสองข้าง จนในที่สุดจะมีเหงือกเบ็ดอยู่เหงือกเดียว คือ
 เหงือกทางด้านซ้าย ค่อมากี่หางจะมีบั้งอกขนทั้งสองข้างของหาง
 บั้งนคอขาหลังของกบนั้นเอง ขาหน้าก็เริ่มจะมี แต่ยังคงมองไม่เห็น
 เพราะมีหนังปิดเสีย หลังจากเป็นตัวประมาณ ๘ อาทิตย์ ลูกบจะ
 อาศัยอยู่ในน้ำคล้ายกับลูกปลาน้ำจืด เหงือกจะค่อย ๆ หายไป และ
 ปอดซึ่งค่อย ๆ เจริญขึ้นก็เตรียมพร้อมสำหรับใช้ ขาเริ่มขยายตัวออก
 ขาหน้าทะตหนึ่งออกมา หางหดสั้นลง ลูกบจะเริ่มผุดขึ้นลอยบนผิวน้ำ
 เพื่อสูดอากาศเรื่อย ๆ ในที่สุดเหงือกจะบิ่ตสนิท ลูกบจะใช้ปอด
 สำหรับหายใจแทน.

หลังจากพักออกเป็นตัวประมาณสิบหรือสิบสองอาทิตย์ การ
 เปลี่ยนแปลงจะเรียบร้อยลง หางและเหงือกหายไปหมด ขาทั้งสี่เจริญได้
 ส่วนปากที่เคยเล็กขยายขึ้น ลูกบจะขึ้นจากน้ำตบปาก แต่ยังคงชอบน้ำ
 และที่ชุ่มชื้น เมื่อเกิดตกใจมันจะกระโดดตลงไปตน้ำ และว่ายน้ำได้รวดเร็ว
 กว่าพุดอง โดยใช้ขาหลังทั้งสองซึ่งมีเท้าติดกันเป็นพืด และยาวกว่า
 ขาหน้า.

สังเขปความ

กบเป็นสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ คืออยู่ได้ทั้งบนบกและในน้ำ มีขาดี
ขาหลังยาวกว่าขาหน้า กบใช้ขาหลังสำหรับช่วยในการกระโดด
และว่ายน้ำ หางเกิดตามธรรมชาติหนึ่งมีสี่เหลี่ยม และมีสี่เหลี่ยมไม่
เต็มเป็นจุดๆ แต่ตัวของกบเปลี่ยนไปแล้วแต่สิ่งแวดล้อม กบหายใจ
ธรรมชาติใช้ปอด หางของกบก็ช่วยในการหายใจด้วย ใช้หางซึ่งยาว
และปลายเป็น ๒ แฉกสำหรับจับสัตว์กินเป็นอาหาร หัวของกบเป็นรูป
สามเหลี่ยมไม่มีคอ ตาโตโปนออกมาสองข้างหัว กบจะฝังตัวอยู่ในที่ๆ
ไม่มีการรบกวนในฤดูหนาวซึ่งเรียกว่า กบจำศีล.

แบบฝึกหัดบทที่ ๒๑

๑. สัตว์จำพวกกบมีลักษณะอย่างไรบ้าง ? บอกชื่อสัตว์พวก
เดียวกับกบสองชื่อ.

๒. จงบอกลักษณะของกบโดยย่อ ?

๓. เมื่อโรบกบจึงออกหากิน ? กบนอนอยู่ที่ไหน ? สังเกตได้
อย่างไร ?

๔. กบวางไข่เมื่อไร ? จงบอกวิธีกบวางไข่ ?

๕. จงบอกลักษณะของไข่กบจนกระทั่งเป็นตัว ?

๖. เมื่อกบยังเล็กอยู่ที่ไหน ? กินอะไรเป็นอาหาร ?

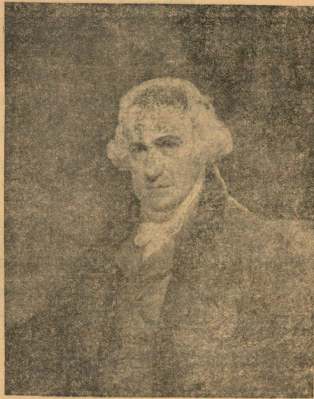
บทที่ ๒๒

ไอน้ำ

เมื่อคนเราให้เตาต้มน้ำเดือดเราจะเห็นว่าไอน้ำขึ้น ฝาภาหรือ ฝาหม้อให้เปิดขึ้นเพียบพวยบ ทำไม? ก็เพราะไอน้ำมีแรงดันทำให้สิ่งที่อยู่ข้างทางเดินของมันเคลื่อนที่ได้ มนุษย์เราพบความจริงเช่นมานานหลายพันปีแล้ว จึงได้นำเอาไอน้ำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ประดิษฐ์เป็นเครื่องกลไกขึ้น เรียกว่า เครื่องจักรไอน้ำ.

เครื่องจักรไอน้ำ ในบทก่อนเราทราบมาแล้วว่า น้ำเมื่อได้รับความร้อนจะเดือด และยังได้รับความร้อนมากยิ่งขึ้น น้ำก็จะเปลี่ยนภาวะเป็นไอน้ำคือเป็นแก๊ส ถ้าเราปล่อยไอน้ำให้ไปในทางบังคับ ไอน้ำจะมีแรงดันมากจนสามารถดันหรือเคลื่อนที่สิ่งหนักมากอันขวางทางเดินของมันได้.

เครื่องจักรไอน้ำนักวิทยาศาสตร์เริ่มประดิษฐ์ใช้กันมา คงต้องพันกว่าปีมาแล้ว คือนักปราชญ์ชาวเมืองอเล็กซานเดรียมีนามว่า ฮีโร (Hero) ได้ประดิษฐ์เครื่องจักรไอน้ำใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ.๔๓ แต่ไม่ได้แก้ไขให้ดีขึ้นอย่างไร จนถึง พ.ศ. ๒๔๔ นักวิทยาศาสตร์จึงได้เริ่มเอาใจใส่กับเครื่องจักรไอน้ำและปรับปรุงให้ดีขึ้นจนถึงในปัจจุบันนี้ นักประดิษฐ์คนสำคัญที่มีชื่อเสียง เป็นที่รู้จักกันทั่วไปก็คือ เจมส์ วัตต์ (James Watt)



JAMES WATT (1736-1819)

ประวัติย่อของเจมส์วัตต์ เจมส์วัตต์เกิดที่เมืองกรีนน็อก (Greenock) ในสกอตแลนด์ ในปี พ.ศ. ๒๒๓๙ (ค.ศ. ๑๗๓๖) บิดาเป็นเจ้าของร้านเด็ก ๆ ร้านหนึ่ง แต่เคราะห์ร้ายเขาจำต้องขายร้านนเสียตั้งแต่เจมส์ยังเด็ก ๆ อยู่.

เจมส์วัตต์เป็นผมนิสัยชอบเครื่องจักรกลไกลมาแต่เด็ก ๆ แล้ว เขาชอบมากและไม่เคยรู้สึกเบื่อหน่ายในการเล่นกับสิ่งเหล่านั้นเลย เขาเป็นคนช่างคิดช่างสังเกตสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวเขาเสมอ เขาจึงได้ศึกษาธรรมชาติ

วิทยาเป็นอย่างดี มีเรื่องกล่าวว่าในขณะเมื่อวัดคยองเด็กชุนนุน ขณะที่เขา
เขานั่งรับประทานอาหารอยู่กับบิดาและมารดาของเขา เขาสังเกตเห็นไข
น้ำในภาชนะฝากาเบตซัน เขาจึงเริ่มเอาใจใส่กับเรื่องไอน้ำมาตั้งแต่นั้น.

เมื่ออายุสิบเก้าเจมส์วัดคยองออกจากบ้านมุ่งไปยังกรุงลอนดอน ที่
ลอนดอนเขาเข้าทำงานเป็นกรรมกรสร้างเครื่องมือสำหรับตรวจดาวที่
โรงงานแห่งหนึ่งเป็นเวลา ๑ ปี แต่เขามุ่งร่างกายไม่สมบูรณ์จึงตกลงใจ
เดินทางกลับถึงกอตแลนด์ตามเดิม.

เขามาได้งานใหม่คือซ่อมแซมเครื่องมือที่ใช้ในมหาวิทยาลัยแห่ง
กลาสโก (University of Glasgow) เนื่องจากเขาดำเนินในเรื่องเครื่อง
กลไกจึงร่วมทำงานทุกอย่างที่ส่งมาให้เขาซ่อม เขาต้องการจะเรียนรู้
บรรดาเครื่องมือต่าง ๆ ที่เขาได้ซ่อมและแก้ไขให้ เขาต้องการทราบ
เรื่องราวและเหตุผลและตั้งใจจะทำให้ดียิ่งขึ้นเสมอ.

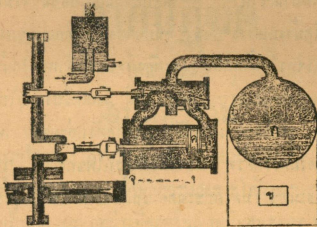
ดังนั้นพอแบบเครื่องจักรไอน้ำแบบของนิวโคเมน (New Comen)
ส่งมาให้เขาแก้ วัดคยองได้แยกเอาตัวจักรต่าง ๆ มาดูอย่างถี่ยิบ และ
เรียนเหตุผลในเรื่องกำลังดันของไอน้ำอย่างละเอียด ในที่สุดเขาก็พบ
ความสำเร็จโดยพบว่า เครื่องจักรแบบนั้นควรจะปรับปรุงให้ดีขึ้นอย่างไร
เขาจึงตกลงใจที่จะดำเนินการสร้างเครื่องจักรไอน้ำให้ดีขึ้นและมีประโยชน์
ยิ่งขึ้นใหม่ เจมส์วัดคยองใช้เวลาถึง ๑๐ ปี สำหรับปรับปรุงเครื่องจักร
ไอน้ำแบบของเขาให้ดียิ่งขึ้น พอสำเร็จก็พอลดต้นเงินลง เพราะเขาเอง
ก็เป็นคนขี้อายอยู่แล้ว เมื่อต้องทำงานตรวจตรา ทั่วทั้งองศาเพียงกรอบ
ครัวอีก ร่างกายก็ทรมานไม่ไหว.

ในการประดิษฐ์เครื่องจักรไอน้ำ เขาไม่เงินจึงต้องไปเที่ยว
ขอยืมเงินจากกลุ่มเงินมาลงทุน มีหนี้สินมากและถูกขูดเลือดโดยเสีย
คอกเบยแรง ๆ มีชายคนเดียวที่ยินยอมเขาช่วยเหลืองานของเขาและเป็น
คนแรก คือ บูลตัน (Boulton) ขอร้องให้เขาไปทำงานอยู่ในบริษัท
ของเขาในเบอร์มิงแฮม (Birmingham) เจมส์วัดต์จึงออกเดินทางจาก
สตอกแลนด์ไปตั้งหลักแหล่งที่เมืองเบอร์มิงแฮม บริษัทของบูลตันกับ
วัดต์เริ่มคงเครื่องประดิษฐ์เครื่องจักรไอน้ำ ซึ่งทำงานได้เป็นอย่างดี
ในไม่ช้าเครื่องจักรเมือง เบอร์มิงแฮมก็ระบือชื่อ กระฉ่อนไปทั่วประเทศ
วัดต์พบความสำเร็จในงานของเขาแล้ว.

พออายุหกสิบสี่ วัดต์ก็ออกจากงานปล่อยให้บุตรชายของเขา
ดำเนินงานต่อไป เขาสร้างบ้านงามไว้หลังหนึ่งเรียกว่า เฮทฟิลด์ฮอลล์
(Heathfield Hall) เขาเกษียณอยู่อย่างสงบจนทันทิณอดส่วนแห่ง
ชีวิต เขาตายในปี พ.ศ. ๒๓๖๒ (ค.ศ. ๑๘๑๙) อายุแปดสิบสามปี.

ถึงแม้เจมส์วัดต์จะตายไปนานแล้ว แต่ชื่อเสียงคุณความดีของ
เขายังคงอยู่ เครื่องจักรไอน้ำที่เขาประดิษฐ์ขึ้นได้นำประโยชน์มาสู่
โลกอย่างมาก อนุสาวรีย์ของเขาได้สร้างขึ้นไว้ตามที่ต่าง ๆ หลายแห่ง
ที่นับว่าสำคัญก็มีที่วัดเวสต์มินสเตอร์ (Westminster Abbey).

ส่วนประกอบง่าย ๆ ของเครื่องจักรไอน้ำ เครื่องจักร
ไอน้ำมีส่วนประกอบง่าย ๆ ดังต่อไปนี้ :-



ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องจักรไอน้ำ รูปที่ ๕๐

ก. เป็นตัวหมอน้ำ สำหรับให้น้ำต้มเป็นไอ.

ข. เป็นเตาไฟ.

เมื่อต้มน้ำให้เดือด น้ำจะกลายเป็นไอน้ำขึ้นมาตามท่อที่ติดศีรษะ
เมื่อไอน้ำทางออกจกั้นดับลง ค. ทำให้ลูกสูบ ค. เคลื่อนที่จากตำแหน่ง
ง. มายัง จ. ถ้าลูกสูบติดคอข้อเหวี่ยง ค. จะหนีเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่
ข้อเหวี่ยง ค. ก็เคลื่อนที่ไปด้วย ข้อเหวี่ยงจะไปหมุนล้อออกที่หนึ่ง ส่วน
ไอน้ำพอดันลูกสูบจนถึง จ. แล้ว ก็พุ่งออก (ตามทางที่ติดศีรษะ) ก็
ดันออก เมื่อหมุนมาถึงตำแหน่งของไอน้ำแล้วลูกสูบจะดันกลับมาเข้าที่
ตามเดิม โดยที่ลูกสูบ ค. ที่อยู่ข้างบนอีกอันหนึ่งเป็นเครื่องช่วย การ
เคลื่อนที่ของลูกสูบจะเข้าออกสลับกันดังนี้เรื่อยไป.

ข้อสำคัญในเรื่องเครื่องจักรไอน้ำนั้นคือ เรื่องไอน้ำ ก็จะต้อง
คิดถึงความเร็วของไอน้ำที่จะกดดันตัวเป็นหยดน้ำ และทางที่ไอน้ำออก

เพื่อให้ไอใหม่ผ่านเข้ามา เพื่อของกันผลัดเปลี่ยนกันหมุนเวียนอยู่
เครื่องจักรไอน้ำแบบต่าง ๆ นั้น ทบทวนว่าสำคัญลักษณะของเจมส์วัตต์
เครื่องจักรไอน้ำทุกเครื่องจะต้องมีหม้อน้ำสำหรับให้น้ำกับเตาไฟ
และดูดกลับในสมัยเมื่อเครื่องยังไม่มี มีแต่เครื่องจักรไอน้ำ รถไฟ
กั๊กต์เร็วไฟดี จะต้องสร้างตามวัตถุประสงค์กั๊กต์แล้ว เพราะฉะนั้น
จึงมีขนาดโตไม่กะทัดรัด ต้องตั้งเกิดตุรกีไฟของเรา เปรียบเทียบ
กับตัวรถจักรชนิดธรรมดากับชนิดดีเซลแล้วแตกต่างกันอย่างไรบ้าง.

สิ่งเชปความ

๑. เครื่องจักรไอน้ำมานานแล้ว แต่ผู้นำมาปรับปรุงแก้ไข
จนใช้ประโยชน์เป็นคนแรกนั้นคือ เจมส์วัตต์ (เกิด ค.ศ. ๑๗๓๖ ตาย
ค.ศ. ๑๘๓๙) ชาวอังกฤษ.

เครื่องจักรไอน้ำมีส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดคือ หม้อน้ำ
กับเตาไฟ.

แบบฝึกหัดบทที่ ๑๒

๑. ทำไมเราจึงทราบว่าไอน้ำมีกำลังดัน ? ใครเป็นผู้สนใจใน
เรื่องนี้และนำมาใช้ประโยชน์ก่อนคนอื่น ?

๒. เจมส์วัตต์พบอะไรที่ทำให้เขาสนใจในเรื่องไอน้ำ ? และเขา
พบความสำเร็จในงานของเขาอย่างไร ?

๓. จงเขียนรูป และบอก ส่วน ประกอบ ของ เครื่อง จักร ไอน้ำ
อย่างง่าย ๆ

ภาคปฏิบัติ

บทที่ ๒๓

สมุดทำงาน

สมุดทำงาน สำหรับสมุดทำงานของเด็กนักเรียนในชั้นทุกเล่ม
ไม่ว่าจะเป็นวิชาใด ควรจะรักษาความสะอาดให้มาก ระวังอย่าฉีกใน
เมื่อไม่จำเป็น และทุกอย่างที่จดหรือทำลงในสมุดควรให้เป็นระเบียบ
เรียบร้อยและสะอาด สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ควรมีสมุดสองเล่ม เล่ม
หนึ่งจดหัวข้อและคำอธิบาย ของคร สำหรับ แผนก พรรณนา และทดลอง
อีกเล่มหนึ่งสำหรับภาคปฏิบัติ.

สำหรับสมุดวิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติ ในหน้าแรกของเล่มสมุด
ควรให้นักเรียนเขียนข้อความต่อไปนี้ด้วยความจริงและเป็นระเบียบ.

ชื่อและนามสกุล

เกิดวันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ตรงกับวัน (วัน.....) เดือน (จันทร์คต) ปี.....
รวม

สถานเรียนอยู่ชั้น.....

เริ่มใช้สมุดนี้ตั้งแต่วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ในหน้าที่สอง (เว้นหน้าหลัง) ทำตารางสำหรับวัดขนาดต่าง ๆ
ในตัวของนักเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้:-

ข้อปฏิบัติในการวัด

สำหรับส่วนสูง ก. เวลาวัดต้องถอดรองเท้ารองเท้าให้หมด

ข. ยืนอยู่ในท่าตรง นัยน์ตามองไปตรงไปข้างหน้า หลังติดกับ
เครื่องวัด.

ค. ใช้มาตราเมตรวัด คือวัดเป็นเซ็นต์ติเมตร.

หน้าอก ก. เวลาวัดถอดเสื้อออกให้หมด ใช้แถบวัดดังจะ
กล่าวต่อไปวัด หรือไม่มีจะใช้เชือกก็ได้.

ข. วัดตอนหายใจออกหรือหน้าอกขรรคมตาครึ่งหนึ่งและหายใจ
เข้าเต็มทรวงหนึ่ง.

ค. เวลาวัดระวังให้เส้นเชือก หรือแถบวัดอยู่แนวระดับ รววม
และให้ติดชิดกับหน้าอกจริง ๆ.

ง. ใช้มาตราเมตรวัด คือวัดเป็นเซ็นต์ติเมตร.

น้ำหนัก ก. เวลาชั่งควรถอดรองเท้าลงเท้าเปล่า เหลือแต่
สิ่งจำเป็นที่สุดเท่านั้น.

ข. เวลาชั่งยืนตัวตรง ให้ได้กลางเครื่องชั่ง.

ค. ใช้มาตราเมตรวัด คือเป็นกิโลกรัม.

ในการวัดไม่จำเป็นจะต้องถือการวัดเท่าที่มีในตัวอย่างนี้ คราว
ให้วัดส่วนใด ๆ ที่คิดว่าทำให้เด็กสนใจอีกก็ได้ จำนวนเพิ่มหรือลดนั้น
เพื่อทำให้เด็กเข้าใจได้ในขนาดต่าง ๆ ของตน จะได้ปฏิบัติคนให้ถูก
ต้องยิ่งขึ้น เครื่องหมายที่ใช้ + แทนเพิ่ม และ - แทนลด.

เด็กโดยมากมักจะตีหน่วยของมาตราต่าง ๆ ดังนั้นทางที่ดีใน
หน้าต่อไปจึงควรให้เขียนมาตราความยาว น้าหนัก ทั้งชนิดเมตริก
และอังกฤษไว้ และควรกำชับให้เด็กจำให้ได้จนขึ้นใจ.

แบบฝึกหัดบทที่ ๒๓

ทำตารางวัดขนาดเช่นตัวอย่าง แล้วให้นักเรียนจับคู่กันคนหนึ่ง ๆ
ให้ผลิตภัณฑ์น้ำหนักและจุดขนาดลงในตาราง.

ทศนิยม

เนื่องจากการคิดโจทย์ในวิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติ นั้นจำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับเรื่องทศนิยมอยู่ นักเรียนยังไม่ได้ผ่านมามีวิชาเลขคณิต ดังนั้นในบทนี้จะได้อธิบายความหมายของทศนิยม และวิธีบวกคูณคูณทศนิยมเป็นบทผนวกให้เป็นพิเศษ เพื่อว่าเมื่อนักเรียนได้พบหน่วยต่าง ๆ ในมาตราเมตริกจะได้เข้าใจและคิดคำนวณได้โดยถูกต้อง.

ทศนิยมคืออะไร ? ทศนิยมคือเลขเศษส่วนที่มีส่วนเป็นสิบ ๆ.

ตามธรรมดาเราถือว่า ๑ เป็นจำนวนน้อย เลขที่น้อยกว่าหนึ่ง หรืออยู่ถัดหนึ่งลงไปก็เป็นเศษส่วน. เช่น $\frac{๕}{๑๐}$, $\frac{๗}{๑๐}$, $\frac{๑}{๑๐}$, ฯลฯ แต่เพื่อความสะดวกในการคำนวณ เรามักเขียนเลขเศษส่วนเหล่านี้ใหม่ ส่วนเป็น ๑๐, ๑๐๐ (ซึ่ง = ๑๐×๑๐) หรือ ๑๐๐๐ (ซึ่ง = $๑๐ \times ๑๐ \times ๑๐$) ได้เช่น $\frac{๑}{๑๐}$, $\frac{๓}{๑๐๐}$, $\frac{๗}{๑๐๐๐}$

แต่นอกจากจะเขียนเป็นเศษส่วน เรายังมักจะเขียนนอกวงหนึ่งคือใช้ . (เรียกว่าจุดทศนิยม) แทน. โดยเขียนจุดทศนิยมนั้นไว้ข้างหน้าเลขที่น้อยกว่าหนึ่งเป็นสิบ ๆ นั้น เช่น.

$\frac{๑}{๑๐}$ เขียน .๑ หรือ ๐.๑ (ศูนย์ท้อยหน้าจุดแทนหน่วย)

$\frac{๓}{๑๐๐}$,, ๐.๐๓ ,, ๐.๐๓ (,, ,, ,,)

$\frac{๗}{๑๐๐๐}$,, ๐.๐๐๗ ,, ๐.๐๐๗ (,, ,, ,,)

วิธีเขียนเลขทศนิยม วิธีเขียนเลขทศนิยมอย่างใช้จุด มีที่
สังเกตคือ เลขจำนวนใดอยู่ถัดตำแหน่งหน่วยไปก็ตำแหน่ง
ก็เขียนเลขนั้นไว้ในตำแหน่งที่เท่านั้น. ต่อหน้าเลขนั้นและ
หลังจุดทศนิยมให้เขียน ๐ แทนจนครบตำแหน่งว่าง. ที่เราจะ
รู้ว่าตัวเศษนั้นอยู่ถัดหลักหน่วยไปก็ตำแหน่งก็โดย นับจำนวน ๐
ที่ส่วน. ถ้ามี ๐ ก็รู้ได้ว่าตัวเศษนั้นอยู่ถัดหลักหน่วยไปเท่านั้นตำแหน่ง.

หมายเหตุ ถ้าถัดหลักหน่วยไป ๑ ตำแหน่งไม่ต้องใส่ ๐ หลัง
จุดทศนิยม.

เช่น $\frac{3}{10}$ หมายความว่า ๓ อยู่หลังจุดทศนิยม ๑ ตำแหน่ง คือ ๐.๓
 $\frac{3}{100}$,, ๓ ,, ,, ๒ ,, ,, ๐.๐๓
 $\frac{3}{1000}$,, ๓ ,, ,, ๓ ,, ,, ๐.๐๐๓
 $\frac{3}{10000}$,, ๓ ,, ,, ๔ ,, ,, ๐.๐๐๐๓

ถ้าเลขจำนวนใดมีตำแหน่งถัดหลักหน่วยมากๆ ตัวด้วยกัน เช่น
 $\frac{325}{1000}$ ให้เขียนตามวิธีต่อไปนี้ คือ.

๑. จงนับ ๐ ในส่วนว่ามากี่ตัว.
๒. ให้นับเลขเศษจากขวาไปซ้ายจนเท่ากับ จำนวนศูนย์ในส่วน
ถ้าตกตัวใดให้เขียนจุดทศนิยมไว้หน้าเลขตัวนั้น.
๓. ถ้าเลขเศษไม่ครบเท่าจำนวนศูนย์ ในส่วนให้เติม ๐ ไปทาง
ซ้าย (คือข้างหน้าเลขเศษ) จนครบแล้วเขียน จุดทศนิยมไว้ข้างหน้า
ศูนย์ตัวนั้น. เช่น $\frac{325}{1000} = 0.325$ เพราะเศษเป็นเลข ๓ ตัวส่วนมี ๐
สามศูนย์.

ก. $\frac{๓๒}{๑๐๐} = ๐.๓๒$ เพราะเศษเป็นเลข ๒ ตัวส่วนมี ๐ ต้องศูนย์

ข. $\frac{๑๑}{๑๐๐๐} = ๐.๐๑๑$,, ,, ๒ ,, ,, ๐ ตามศูนย์

ค. $\frac{๕}{๑๐๐๐} = ๐.๐๐๕$,, ,, ๑ ,, ,, ๐ ตามศูนย์

๔. ถ้าเศษมากตัวกว่าจำนวนศูนย์ในส่วน ก็ให้ใส่จุดทศนิยมไว้ข้างหน้าเศษเท่ากับจำนวนศูนย์ในส่วน เช่น.

ง. $\frac{๑๓๒๕๐}{๑๐๐๐} = ๑๓.๒๕๐$ เพราะในส่วนมี ๐ เพียงสามตัว

จ. $\frac{๒๔๕}{๑๐} = ๒๔.๕$,, ,, ๐ ,, ตัวเดียว

ตัวเลขที่อยู่หลังทศนิยมนั้นเราเรียกว่า ตำแหน่ง คือเลขหลังจุดทศนิยมมักตำแหน่งก็เรียกทศนิยมเท่านั้นตำแหน่ง เช่น. ในข้อ ก. เรียกว่าทศนิยม ๒ ตำแหน่ง ในข้อ ข. ข้อ ค. และ ง. ก็เรียกว่าทศนิยม ๓ ตำแหน่ง ในข้อ จ. เรียกว่าทศนิยมตำแหน่งเดียว.

วิธีอ่าน ให้อ่าน หักจุด ตามข้อ ของมัน เรียงกันไป เช่น ๑๑.๐๒๓๔ อ่านว่าสิบเอ็ดจุดศูนย์สองสามสี่ (ไม่อ่านว่า สิบเอ็ดจุดสองร้อยสามสี่).

วิธีเขียนทศนิยมเป็นส่วน ๑. ให้นับเลขหลังจุดว่ามีจำนวนแล้วให้หาเลขหลังจุดเป็นเศษ.

๒. ส่วนให้เขียน ๑ ขนหน้าแล้วเติม ๐ ข้างหลังให้เท่ากับจำนวนเลขหลังจุด เช่น.

$$๒๔.๑๖ = ๒๔\frac{๑๖}{๑๐๐} \quad (\text{เพราะ } ๑๖ \text{ เป็นเลข } ๒ \text{ จำนวน})$$

$$๓๑.๑๐๕ = ๓๑\frac{๑๐๕}{๑๐๐๐} \quad (\text{เพราะ } ๑๐๕ \text{ เป็นเลข } ๓ \text{ จำนวน})$$

$$๕.๐๐๘ = ๕ \frac{๘}{๑๐๐๐} \text{ (เพราะ } .๐๐๘ \text{ เป็นเลข ๓ จำนวน)}$$

หมายเหตุ จำนวน ๐ ที่อยู่ข้างหน้าเลขหลังทศนิยมนั้นต้องนับเป็นจำนวนด้วย.

ในมาตรวัดความยาวเมตริก เราถือ เมตร เป็นตัวหลัก ค่อยๆ เป็นหลักหน่วย จำนวนอื่นเราทวนหรือลดลงเป็นสิบ ๆ ดังตารางที่จะแสดงให้เห็น.

กิโลเมตร	เฮกโตเมตร	เดคาเมตร	เมตร	เดซิเมตร	เซ็นต์ติเมตร	มิลลิเมตร
๑๐๐๐ เมตร (หลักพัน)	๑๐๐ เมตร (หลักร้อย)	๑๐ เมตร (หลักสิบ)	หลัก หน่วย	๑ ในสิบเมตร หรือ $\frac{๑}{๑๐}$	๑ ในร้อย หรือ $\frac{๑}{๑๐๐}$	๑ ในพัน หรือ $\frac{๑}{๑๐๐๐}$

$$\text{ตามหน่วยนี้ } ๑ \text{ มิลลิเมตร} = \frac{๑}{๑๐๐๐} \text{ ม.} = ๐.๐๐๑ \text{ เมตร}$$

$$๑ \text{ เซ็นติเมตร} = \frac{๑}{๑๐๐} \text{ ม.} = ๐.๐๑ \text{ ,,}$$

$$๑ \text{ เดซิเมตร} = \frac{๑}{๑๐} \text{ ม.} = ๐.๑ \text{ ,,}$$

$$๑ \text{ เมตร} = \frac{๑}{๑๐} \text{ เดคาเมตร} = .๑ \text{ เดคาเมตร}$$

$$๑ \text{ เมตร} = \frac{๑}{๑๐๐} \text{ เฮกโตเมตร} = .๐๑ \text{ เฮกโตเมตร}$$

$$๑ \text{ เมตร} = \frac{๑}{๑๐๐๐} \text{ กิโลเมตร} = .๐๐๑ \text{ กิโลเมตร}$$

ดังนั้น ๓๘๓๕.๒๓๔ เมตร จึงอ่านว่า ๓ กิโลเมตร ๘ เฮกโตเมตร

๗ เดคาเมตร ๕ เมตร ๒ เดซิเมตร ๓ เซ็นติเมตร ๔ มิลลิเมตร.

มาตราเมตริกทุกชนิดใช้วัด ส่วน หรือ ทัว ส่วน เป็น สิบ ๆ จากจำนวนที่ทั้งไว้เป็นหลัก ดังนั้นเวลาเปลี่ยนเป็นทศนิยมจึงสะดวกมาก และสะดวกสำหรับการคิดคำนวณด้วย.

การบวกเลขทศนิยมอย่างง่าย การบวกเลขทศนิยมนั้นก็เป็นไปอย่างเดียวกับวิธีบวกจำนวนอย่างธรรมดา แต่ข้อสำคัญก็คือให้ตั้ง เลขให้ตรง ตำแหน่ง กัน แล้วบวกลง กันต่อไป อย่างเลขสามัญ.

จงบวก ๒.๓ ม., ๒๘.๖๔ ม., และ ๘.๐๗๕ ม. เข้าด้วยกัน.

วิธีบวก ๒.๓๐๐ ม.

๒๘.๖๔๐ ม.

๘.๐๗๕ ม.

๔๐.๐๑๕ ม.

คำอธิบาย (ก) ๓, ๖, ๐ เป็นทศนิยมตำแหน่งเดียวกันต้องตั้งให้ตรงกัน (ข) ๐, ๔, ๗ ก็เป็นทศนิยมตำแหน่งเดียวกันต้องตั้งให้ตรงกัน (๐ ที่อยู่ข้างหลังจำนวน ๒.๓ อีกสองศูนย์นั้นเราได้เข้าเพื่อให้ได้ครบตำแหน่งเท่านั้น ไม่ได้ทำให้ค่าเปลี่ยนแปลงเลย ๐ ข้างท้าย ๒๘.๖๔ ก็เช่นเดียวกัน).

(ค) ๐, ๐, ๕ เป็นทศนิยมตำแหน่งเดียวกันต้องตั้งให้ตรงกัน.

(ง) การบวกก็บวกอย่างเลขสามัญ คือได้ครบ ๑๐ ก็ทดไปข้างหน้า แม้ในตำแหน่งทศนิยมก็เช่นเมื่อบวกกันได้สิบก็ทดขึ้นไปหลักหน่วยเช่นกัน.

วิธีลบ จงหัก ๓.๒๕๕ ม. ออกจาก ๒๑ ม.

วิธีทำ ๒๑.๐๐๐ ม.

๓.๒๕๕ ม.

๑๗.๗๔๕ ม.

ตอบ ๑๗.๗๔๕ ม.

คำอธิบาย ๒๑ เป็นจำนวนเต็ม แต่เราจะเขียนให้เป็นทศนิยมตามตำแหน่ง คือ ๒๑.๐๐๐ ค่าก็ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ตัวทศนิยมตามตำแหน่งนี้ในการลบเราจะต้องขอยืมกันตามลำดับเหมือนเลขลบสามัญ.

การคูณทศนิยม (๑) คูณด้วยจำนวนที่เป็นสิบ ๆ เช่น ๑๐.๑๐๐ ฯลฯ ให้เลื่อนจุดทศนิยมในตัวตั้งไปทางขวามือเท่ากับจำนวนศูนย์ในตัวคูณ ถ้าทศนิยมน้อยตำแหน่งกว่าศูนย์ในตัวคูณให้เพิ่มศูนย์เข้าไปจนครบ เช่น.

$$\text{ก. } ๖.๑๒๑ \times ๑๐๐ = \overline{๖๑๒.๑}$$

$$\text{ข. } ๘.๗๑ \times ๑๐๐๐๐ = \overline{๘๗๑๐๐}$$

$$\text{ค. } ๓.๐๐๕ \times ๑๐๐๐ = \overline{๓๐๐๕}$$

(๒) คูณกันอย่างสามัญ จงคิดว่าไม่มีจุดทศนิยมแล้วคูณกัน เมื่อได้ผลเท่าไร ให้นับเลขจากผลคูณจากขวาไปซ้ายเท่ากับจำนวนตำแหน่งทศนิยมในตัวนั้น เมื่อตกเลขตัวใดให้จุดทศนิยมไว้หน้าเลขนั้น เช่น

$$\begin{array}{r} ๗๑.๓๒ \\ \times ๘ \\ \hline ๖๔๑.๘๘ \end{array}$$

คำอธิบาย เมื่อคนได้ผล ๖๔๑๘๘ แล้ว คราวนี้ในตัวทศนิยม
ทศนิยมอยู่สองตำแหน่ง ดังนั้นผลพิชิตต้องมีทศนิยมอยู่สองตำแหน่ง
ด้วย คือ ๖๔๑.๘๘.

การหารทศนิยมอย่างง่าย คือหารด้วยจำนวนที่เป็นสิบ ๆ
เช่น ๑๐, ๑๐๐ ฯลฯ ให้เลื่อนจุดทศนิยมไปทางซ้ายมือเท่ากับจำนวน
ศูนย์ในตัวหาร ถ้าตัวตั้งน้อยให้เติมศูนย์เข้าข้างหน้าจนครบจำนวน
ศูนย์แล้วจึงใส่จุดทศนิยมข้างหน้าศูนย์ตำแหน่งนั้น (ดูวิธีเขียนทศนิยม)
เช่น หาร ๒.๘๕ น. ด้วย ๑๐

$$๒.๘๕ \div ๑๐ = .๒๘๕ \text{ น.} \quad \text{ตอบ}$$

จงทำ ๘ มิลลิเมตรให้เป็นทศนิยมของเมตร.

$$๑ \text{ มิลลิเมตร} = \frac{๑}{๑๐๐๐} \text{ เมตร}$$

$$\therefore ๘ \text{ ,,} = \frac{๑}{๑๐๐๐} \times ๘ = \frac{๘}{๑๐๐๐} \text{ เมตร}$$

$$= ๐.๐๐๘ \text{ เมตร} \quad \text{ตอบ}$$

แบบฝึกหัดบทที่ ๒๔

๑. จงแปลงจำนวนต่อไปนี้ให้เป็นทศนิยม

$$\frac{๒}{๑๐}, ๓๑๕ \frac{๔๑}{๑๐๐}, \frac{๖๑๕๓}{๑๐๐๐}, \frac{๘๒๓๒๑}{๑๐๐}, ๒๓ \frac{๖๓}{๑๐๐๐}$$

จงแปลงทศนิยมต่อไปนี้ให้เป็นเศษส่วน

$$๐.๘๓๑, ๐.๐๐๕, ๒.๓๑๕, ๖.๐๑๒, ๒๕.๒๐๘.$$

๓. จงเขียนเลขต่อไปนี้เป็นมาตราเมตริก

ก. ๐.๘๒๕ เฮกโตเมตร.

ข. ๑๖.๑๒๔ เมตร.

ก. ๔.๑๓๐๒๗ เดคาเมตร ง. ๘๘๒๓๔๕.๖ เซนติเมตร.

๔. เด็กคนหนึ่งวัดไม้ได้ยาว ๐.๕ เมตร แต่จุดดง ๐.๐๕ เมตร
ดังนั้นเขาจึงผิดมากหรือน้อย คิดเป็นเศษส่วนเท่าไร ?

๕. จงทำ ๔.๐๘๑๖ กิโลเมตร เป็นเซนติเมตร.

๖. ถังรถถังหนึ่งมีเส้นรอบวงยาว ๒๔๕ เซนติเมตร ด้าน
๑๐๐๐๐ รอบ จะได้ทางกี่เมตร ?

๗. จะเอาอะไรมาคูณทศนิยมต่อไปนั้ จึงจะทำให้ทศนิยมเป็น
จำนวนเต็ม ซึ่งไม่มี ๐ เติมท้าย และตัวเลขไม่เปลี่ยน.

ก. ๐.๐๐๐๘๓ ข. ๖.๕๗๖ ก. ๒๓.๒๐๐๕ ง. ๒.๐๐๓๐๗

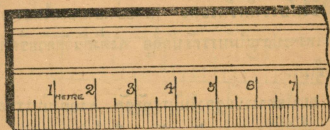
๘. จงหาค่าของ ก. ๑๕.๗๒×๕ ข. ๒.๓×๕ .

๙. คิดเลข ๑๓ ตัว ด้านซ้ายยาวตัวละ ๑ เมตร ๒ เดซิเมตร รวม
ทั้งนี้จะต้องเผาคิดเป็นทศนิยมเท่าไรของเดคาเมตร.

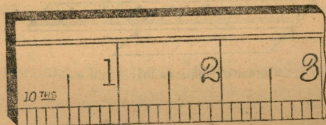
๑๐. จงทำ ก. ๓๐๘๑ ม. ให้เป็น กม. ข. ๗๕ ซม. ให้
เป็น ม. ก. ๔๓๘ องศา ให้เป็นบาท ง. ๒.๒๖.๑๕ ซม.
ให้เป็นเดคาเมตร.

บทที่ ๒๕

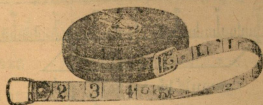
การวัดความยาว



ไม้เมตรแสดงเส้นติเมตรและมิลลิเมตร รูปที่ ๕๑



ไม้ทาลแสดงนิ้วและ ๑๐ ของนิ้ว รูปที่ ๕๒



แถบวัด (Tape measure) รูปที่ ๕๓

เครื่องใช้ในการวัด ไม้มัด.

ไม้ทาส.

แถบวัด (Tape measure).

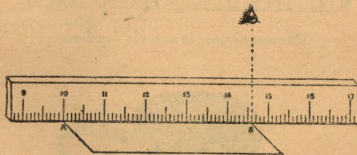
เชือก.

วิธีใช้ไม้บรรทัดวัดระยะ ก. อย่าเอาปลายไม้บรรทัดที่เคี้ยว
ตั้งคนวัด เพราะปลายไม้บรรทัดมักหัก จึงตั้งคนวัดด้วยขีดหนึ่งขีดใด
พื้นปลายเข้ามา.

ข. อย่าใช้ทางแบนของไม้บรรทัดวัด จงถือไม้บรรทัดเขาทาง
ตั้งคนวัด เพื่อให้ขอบไม้บรรทัดชิดกับจุดหรือขีดในกระดาษมากที่สุด.

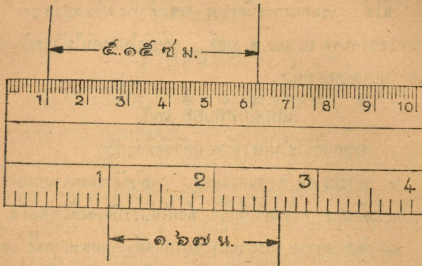


แสดงการใช้ไม้บรรทัดวัดวิธี รูปที่ ๕๔



แสดงการใช้ไม้บรรทัดวัดวิธี รูปที่ ๕๕

ค. ขีดที่แบ่งบนไม้บรรทัดย่อมไม่ละเอียดนัก เช่น ๑ นิ้วแบ่งเป็น



ไม้เมตร สำหรับวัด รูปที่ ๙๖

๑๐ ช่อง ดังนั้นเวลานำไม้บรรทัดไปวัดระยะ จุดปลายของระยะอาจไม่พอดีกับช่องบนบรรทัดทีเดียว จึงจำเป็นต้องใช้คาคะเนตตินต์ คือ สุ่มมิชชั่นหนึ่ง ๆ นั้นแบ่งออกเป็น ๑๐ ช่องเล็ก ๆ จุดนั้นจะอยู่ในช่องที่เท่าใด เช่นในเล่มต่อไป ก็จะได้ระยะเป็นทศนิยมตำแหน่งที่สอง.

การวัดความยาวนั้นเราอาจใช้เครื่องมืออื่นวัดได้ เช่นใช้แถบวัด แถบวัดบางชนิดทำด้วยผ้า บางชนิดทำด้วยผ้าพลาสติก และมีหน่วยระยะกะได้เสิร์จ มีประโยชน์สำหรับวัดระยะทางยาว ๆ เช่นความยาวของสนามเป็นต้น หรือจะใช้เชือกวัดระยะมาแล้วนำมาวัดด้วยไม้เมตรไม่ให้ตกได้ผลเช่นเดียวกัน.

ดีไวเดอร์ ดีไวเดอร์คือวงเวียนที่ปลายแหลมทั้งสองข้าง ใช้วัดความยาวของ เส้นตรง เส้น ๆ ที่ต้องการ ผลลัพธ์จะเขียนบนท่อน เพราะปลายทั้งสองแหลมย่อมจรดกับจุดปลายที่จะวัดได้สนิทไม่กินเนื้อ.

วิธีใช้ เช่นต้องการวัดระยะ กข. ก็ถ่าง คีไวเตอร์ส์ออกให้
ปลายทั้งสองจุดจุด ก. และ ข. พอดี แล้วนำไปกะกับไม้บรรทัดเพื่อ
อ่านความยาวอีกครั้งหนึ่ง.

แบบฝึกหัดบทที่ ๒๕

๑. จงบอกวิธีใช้ไม้บรรทัดตามหัวข้อที่สำคัญ.
๒. จุตระยะ กข. ลงบนกระดาษ แล้ววัดระยะความยาวครึ่ง
แรกเป็นเส้นคี่เมตร ครึ่งหลังเป็นนิ้ว ด้วยไม้บรรทัดและคีไวเตอร์ส์.
๓. วัดส่วนกว้าง และส่วนยาวของสมุดทำงานหลายๆครั้ง แล้ว
เปรียบเทียบผล.
๔. เวลาเราใช้ไม้บรรทัดวัด เราไม่ได้วัดจากขีดตั้งคั่นนั้นเป็น
เพราะเหตุใด ?

บทที่ ๒๖

รายเนลย

การวัดสิ่งใดสิ่งหนึ่งบนเราต้องการผลตัพทแน่นอน แต่ถ้าหากเราวัดแต่เพียงครั้งเดียวผลตัพทอาจคลาดเคลื่อนได้ เพราะเรากระระยะผิดหรือเครื่องมือผิดพอ เพราะฉะนั้นเพื่อที่จะให้ได้ผลตัพทโดยใกล้เคียงถูกต้องเราต้องวัดหลาย ๆ ครั้ง ๆ หรือช่วยกันวัดหลาย ๆ คน ด้วยเครื่องมือหรือวิธีต่าง ๆ กัน แล้วนำผลตัพทได้เหล่านั้นมารวมกันเข้า หาคะด้วยจำนวนครั้งทวัด หรือจำนวนคนทวัดผลตัพทโดยนิยมผลตัพทน้อย ผลตัพทได้จากการทำเช่นนี้เรียกว่า ‘รายเนลย’

ควรควรให้นักเรียนในห้องวัดส่วนกว้างหรือยาวของสิ่งท้อยใด ๆ เช่น โต๊ะเรียน สมุดหนังสือ หรือห้องเรียนเป็นต้น แล้วนำผลตัพทได้เหล่านั้นมาเฉลี่ยให้ดังตัวอย่าง:-

ผู้วัด	ส่วนยาวของห้อง	ส่วนกว้างของห้อง
นาย ก. ใช้ไม้บรรทัด	๓๐ เมตร ๕ ซม.	๒๐ เมตร
นาย ข. ,,	๓๐ เมตร ๑ ซม.	๑๘ เมตร ๕๗ ซม.
นาย ค. ใช้แถบวัด	๓๐ เมตร	๒๐ เมตร
นาย ง. ใช้เชือกวัด	๒๕ เมตร ๕๕ ซม.	๒๐ เมตร ๑ ซม.
รวม ๔ คน	๑๒๐ เมตร ๑ ซม.	๗๘ เมตร ๕๘ เซ็นติเมตร

เมื่อได้ผลตงนแล้วนำมาเฉลี่ย

ส่วนยาวของห้องวัด ๔ ครั้ง เท่ากับ ๑๒๐ ม. ๑ ซม. หรือ ๑๒๐.๑๐ ม.

∴ ∴ ∴ ∴ ∴ ∴ $\frac{๑๒๐.๑๑}{๔} = ๓๐.๐๐๒๕$ ม.

ส่วนกว้างของห้องวัด ๔ ครั้ง ∴ ๗๕ ม. ๕๘ ซม. หรือ ๗๕.๕๘ ม.

∴ ∴ ∴ ∴ ∴ ∴ $\frac{๗๕.๕๘}{๔} = ๑๘.๘๙๕$ ม.

เมื่อเฉลี่ยแล้วจะได้ส่วนยาวของห้อง ๓๐.๐๐๒๕ ม. และส่วนกว้าง ๑๘.๘๙๕ ม. จำนวนทั้งสองสำหรับส่วนยาวจะถือว่า เป็น ๓๐ ม. และส่วนกว้างเป็น ๒๐ ม. ก็ได้ เพราะค่าใกล้เคียงกับจำนวนนั้นๆ มากที่สุดที่เราได้ผลตง ตามที่เฉลี่ย อาจ เป็นเพราะ เครื่องมือที่ใช้ ไม่เที่ยง และวัดอาจผิดเอาก็ได้.

การคิดเฉลี่ยนี้สำคัญมากการหาความเร็วของสิ่งของต่างๆ เช่น รถยนต์แข่ง รถไฟ เรือบิน เหล่านี้ ได้จากการคิดเฉลี่ยเหมือนกัน.

การเปลี่ยนหน่วยมาตราบetrie —> อังกฤษ

เครื่องมือที่ใช้ ๑. ดินสอหลอดแหลม ๑ แท่ง

๒. ไม้บรรทัดที่มีทั้งมาตราบetrie และอังกฤษ.

๓. ดินสอ.

วิธีทำ ใช้ดินสอจก จุดเล็กๆ สองจุด แล้ววัดด้วยดินสอหรือดินสอ
ได้ระยะแล้วมาจกที่ไม้บรรทัด วัดเป็นเซนติเมตรครึ่งหนึ่ง วัดเป็นนิ้ว
อีกครึ่งหนึ่ง การวัดต้องพยายามให้เที่ยงตรงมากที่สุด วัดดูหลาย ๆ
ครั้งแล้วนำมาเฉลี่ย ดังตัวอย่าง:-

ครั้งแรก ครั้งแรกใช้ดินสอจุดระยะ ก ข. ดินสอที่ว่าวัดได้ ๑๐ ซม. แล้ววัดให้เป็นนิ้วได้ ๓.๙๕ นิ้ว.

ครั้งที่สอง ก. (ให้ห่างกัน ๖ ซม.) ข.

ให้จุด ก. และจุด ข. ห่างกัน ๖ ซม. แล้ววัดเป็นนิ้วได้ ๒.๓๕ นิ้ว.

รวมผล วัดเป็นเซนติเมตรได้ $๑๐ + ๖ = ๑๖$ เซนติเมตร.

วัดเป็นนิ้วได้ $๓.๙๕ + ๒.๓๕ = ๖.๓๐$,,

∴ ๑๖ ซม. = ๖.๓๐ นิ้ว.

∴ ๑ ซม. = $\frac{๖.๓๐}{๑๖} \times ๐.๓๙$ นิ้ว (ทศนิยม ๒ ตำแหน่ง)

ตอบ ๑ ซม. = ๐.๓๙ นิ้ว.

หรือจะเทียบจากนิ้วเป็นเซนติเมตรก็ได้ เช่นจากผลข้างบน.

๖.๓๐ นิ้ว = ๑๖ ซม.

∴ ๑ นิ้ว = $\frac{๑๖}{๖.๓๐} = ๒.๕๔$ ซม.

ตอบ ๑ นิ้ว = ๒.๕๔ ซม.

เมื่อต้องการผลัดพรเปรียบเทียบเป็นฟุต หลา ก็ทำเช่นเดียวกัน เพื่อความสะดวกจึงได้นำหน่วย ความยาว ของ มาตราไทย เทียบเมตริก เทียบอังกฤษมาไว้.

หน่วยความยาวไทย เทียบเมตริก เทียบอังกฤษ

ไทย เมตริก อังกฤษ

๑ นิ้ว = ๒.๕๔ เซนติเมตร = ๐.๙๕ นิ้ว

๑ คืบ (๑๒ นิ้ว) = ๒๕.๐๐ ซม. = ๑๐.๐๐ นิ้ว

๑ ศอก (๒ คืบ) = ๕๐.๐๐ ซม. = ๑ ฟุต ๙ นิ้ว

- ๑ วา (๔๙.) = ๒.๐๐ เมตร = ๒ หก ๖.๗ นิ้ว
 ๑ เส้น (๒๐ ว.) = ๔๐.๐๐ เมตร = ๔๓ หก ๒ ฟุต ๖.๗ นิ้ว
 ๑ โยชน์ (๔๐๐ เส้น) = ๑,๖๐๐ กิโลเมตร = ๘ ไมล์ ๑๖๕๗ หก
 ๒ ฟุต ๒.๗๕ นิ้ว

หน่วยความยาวเมตริก เทียบอังกฤษ

มิลลิเมตร เซนติเมตร เดซิเมตร เมตร เทียบอังกฤษ
 (มม.) (ซม.) (ดม.) (ม.)

๑ = ๐.๑ = ๐.๐๑ = ๐.๐๐๑ = ๐.๐๔ นิ้ว

๑๐ = ๑ = ๐.๑ = ๐.๐๑ = ๐.๓๙ นิ้ว
 หรือ = ๐.๔ นิ้ว

๑๐๐ = ๑๐ = ๑ = ๐.๑ = ๐.๓๙ ฟุต

๑,๐๐๐ = ๑๐๐ = ๑๐ = ๑ = ๓.๒๘ ฟุต

เมตร เดคาเมตร เฮกโตเมตร กิโลเมตร เทียบอังกฤษ
 (ม.) (ดคม.) (ซม.) (กม.)

๑ = ๐.๑ = ๐.๐๑ = ๐.๐๐๑ ๑.๐๙ หก

๑๐ = ๑ = ๐.๑ = ๐.๐๑ ๑๐.๙ หก

๑๐๐ = ๑๐ = ๑ = ๐.๑ ๑๐๙.๓๖ หก

๑,๐๐๐ = ๑๐๐ = ๑๐ = ๐ ๑๐๙๓.๖๑ หก
 หรือ = ๐.๖๒ ไมล์

หมายเหตุ มาตราเปรียบเทียบกับแต่เดิมวัดด้วยมือที่นิยมตั้ง
 ตำแหน่ง เพื่อความสะดวกในการวัดคำนวณนครจะใช้ผลตพหให้ได้กั
 เคียงกับทศนิยมตำแหน่งใดก็ได้.

การอ่านมาตราเปรียบเทียบกับหน่วยความยาวเมตริกเทียบอังกฤษ
นั้นได้แสดงเปรียบเทียบทศนิยมของหน่วยต่างๆ ด้วย เช่น ๑ มิลลิเมตร
คิดเป็น .๑ เซนติเมตร หรือ .๐๑ ของเดซิเมตร หรือ .๐๐๑ ของเมตร
ถ้าเปรียบเทียบกับหน่วยอังกฤษจะได้ ๐.๐๔ นิ้ว ดังนั้นถ้า
ต้องการเปรียบเทียบ ๑ เซนติเมตร ก็ต้อง ๑๐ มิลลิเมตร และถ้า
๑ เดซิเมตร ก็ต้อง ๑๐๐ มิลลิเมตร ฯลฯ ดังนั้นตลอดไป ตาม
มาตราที่จัดไว้ด้านหน้าของสมุดทำงาน.

แบบฝึกหัดบทที่ ๒๖

๑. จงหารายเฉลี่ยของระยะ ๑.๕๖ ซม. ๒.๓๔ ซม. และ
๓.๖๗ ซม.

๒. จักรยะ ก ข. ให้ห่างกัน ๑ นิ้ว แล้ววัดเป็นซม. เปรียบ
เทียบกับผลตามตาราง ผลที่ได้ผลมากไหม ? ถ้าต้องการให้ถูกที่สุด
จะทำอย่างไร ?

๓. ๗ เมตร เป็นกี่เซนติเมตร ? กี่นิ้ว ?

๔. ให้จุด ก. กับ ข. ห่างกัน ๗ เซนติเมตร วัดระยะ ก ข.
เป็นนิ้ว และหาว่า ๑ เมตรเป็นกี่ฟุต ?

๕. ๘ ฟุต ๕ นิ้ว เป็นกี่นิ้ว ? เป็นกี่เซนติเมตร ?

๖. จงทำ ๕ ม. ๓ ดม. ให้เป็นเซนติเมตร แล้วเปรียบเทียบกับ
ให้เป็นหลาและฟุต.

๗. ระยะ ๑ หลากับ ๑ เมตร อย่างไหนยาวกว่ากัน เท่าไร ?

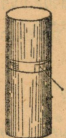
วิธีวัดส่วนโค้งรูปกะบอก

ก. โดยใช้ด้ายหลอด.

เครื่องมือ ๑. ด้ายหลอด (ชนิดเย็บผ้าก็ได้)

๒. ไม้บรรทัด

วิธีวัด เอาด้ายหลอดพันท่อนไม้เข้าหัดาย ๆ รอบวงอย่าให้ด้ายทับกัน ต้องเรียงกันเสมอ และอย่าดึงให้ตึง ๆ หย่อน ๆ ทำเครื่องหมายที่ด้ายไว้ คัดด้ายออกแล้วจะตงบนบรรทัด เอาจำนวนรอบที่พันหาว ก็จะได้ส่วนโค้งของไม้ทรงกะบอกนั้นตามต้องการ.



ข. โดยใช้แถบกระดาษกับ

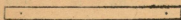
เข็มหมุด.

เครื่องมือ ๑. แถบกระดาษ

(จะตัดเองก็ได้ หรือจะใช้แถบกระดาษ

อย่างแถบรับตั้งโทรเลขของกรมไปรษณีย์

โทรเลขก็ได้)



วิธีวัดส่วนโค้งของรูปกะบอกโดย
ใช้แถบกระดาษกับเข็มหมุด รูปที่ ๕๗

๒. เข็มหมุดหรือเข็มเล็กๆหนึ่งเล่ม

๓. ไม้บรรทัด.

วิธีวัด เอาแถบกระดาษพันเข้าให้รอบ ท่อนไม้กะบอก เอาเข็มหมุดปักตรงที่กระดาษทับกัน ถอนเข็มหมุดและคัดกระดาษออก

บนแถบกระดาษจะปรากฏมีรู ๒ รู วัดระยะระหว่างรูเริ่มทั้งสอง ก็
จะได้ส่วนโค้งของไม้รูปกะบอก.

ก. โดยการกลิ้ง.

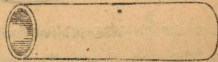
.ก

เครื่องมือ ๑. นาทมก

๒. แผ่นกระดาษ

๓. ไม้บรรทัด.

วิธีวัด จุดหมักจุดเล็ก ๆ ลง
ที่ส่วนโค้งของไม้รูปกะบอก แล้ว
นำไปถึงบนแผ่นกระดาษ ระวัง
อย่าให้เกิดรอย ให้ปรากฏมีจุดหมัก
๒ จุดเป็นอย่างน้อย ระยะระหว่าง
จุดทั้งสองเป็นส่วนโค้งทั้งหมดของ
ไม้รูปกะบอกพอดี ถ้าจะให้ผล
ถูกต้องแน่นอนยิ่งขึ้น ก็ถึงไป
จนจุดบนกระดาษมี ๓ จุดหรือ ๔ จุด



ถ้ามี ๓ จุดก็แปลว่าได้ถึงไป ๒ รอบ

เส้นรอบวงโดยการกลิ้ง รูปที่ ๕๕

และถ้ามี ๔ จุดก็ ๓ รอบ วัดได้ผลเท่าไร ก็เอาจำนวนรอบเหล่านี้ หาร
ระยะผลที่วัดได้ จะได้ส่วนโค้งของรูปกะบอกที่ต้องการ.

หมายเหตุ การวัด ต้องวัดระยะระหว่างจุดที่หนึ่งกับจุดที่ ๓
หรือที่ ๔ จึงจะนำมาเฉลี่ยได้.

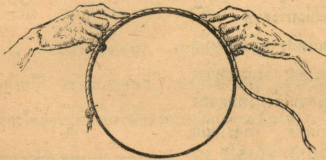
วิธีวัดส่วนโค้งของของกลมแบน

ของกลมแบนเช่นอย่าง ถังน้ำมัน ท่อกลมขม หรือ ญวนขอบ
เต้น การวัดส่วนโค้งก็คงปฏิบัติดังวิธีต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วแต่ถ้าเป็น

รูปกลมแบน เช่นรูป วงกลมที่เขียนอยู่บนกระดาษ จะใช้วัดดังกล่าว
แล้วไม่ได้ ต้องใช้วัดดังต่อไปนี้ แต่จะนำมาเพียงวิธีสำคัญ ๆ ดังต้อง
วิธีเท่านั้นก่อน.

ก. โดยใช้ด้ายตลอด.

- เครื่องมือ ๑. ด้ายตลอดอย่างเดียวกับข้อ ก. ของวิธีที่แล้ว
๒. ไม้บรรทัด.



วิธีวัดส่วนโค้งของวงกลมแบน รูปที่ ๕๘

วิธีวัด ขมวดปลายด้ายตลอดเส้นหนึ่งให้เป็นปม แล้ววัดปม
นั้นไว้จุดใดจุดหนึ่งซึ่งเราทำเครื่องหมายบนส่วนโค้งด้วยปลายนิ้วชี้ซ้าย
ใช้นิ้วชี้ขวาจัดด้ายให้ทาบไปตามเส้นที่ตื้นน้อย (ประมาณครึ่งวง
เส้นคิเมตร) เชียบนิ้วชี้ซ้ายไปจดปลายนิ้วชี้ขวา ยกนิ้วชี้ขวาจัดด้ายให้
ทาบเส้น และเชียบ ปลายนิ้วชี้ซ้ายไปหาเส้นรอบนอกไปจนตลอดส่วนโค้ง
คือบรรจบที่เดิม แล้วหมายไว้ เอาเส้นด้ายไปวัดกับบรรทัดก็จะได้
ส่วนโค้งที่ต้องการ.

ข. โดยไขว้เวียนหรือดีไวเดอร์ส (Dividers)

เครื่องมือ วงเวียนหรือดีไวเดอร์ส (คือวงเวียนที่มีปลายแหลมทั้งสองข้าง)

วิธีวัด ทางแขนของวงเวียนออกครึ่งเซ็นต์เมตร ใช้แขนทั้งสองนัดไปบนผิวโค้งนั้นจนตลุด เอาจำนวนครึ่งที่ตก คูณด้วยครึ่งเซ็นต์เมตร ถ้ามีเศษก็นำเศษบวกเข้าด้วยกันจะได้ผิวโค้ง.

วิธีวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูปกลม

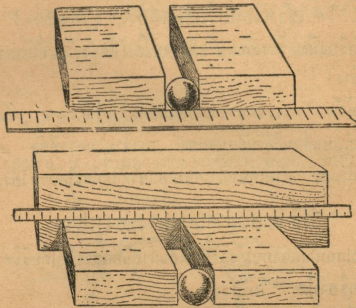
รูปกลมเช่นวงกลมเราจะวัดเส้นผ่าศูนย์กลางได้โดยวิธีต่อไปนี้.
เครื่องมือ ไม้บรรทัด.

วิธีวัด ทาบไม้บรรทัดลงบนวงกลมที่ต้องการวัด ให้ด้านของไม้บรรทัดจุดพอดีกับจุดศูนย์กลางของวงกลม อ่านระยะจากจุดที่เส้นรอบวงทั้งสองข้างจดกับมาตราบนไม้บรรทัด ทางที่ควรเลื่อนไม้บรรทัดจนเส้นแบ่งขีดใหญ่ จุดกับจุดเส้นรอบวงข้างหนึ่งจะได้ระยะวงแก่การอ่านระยะ เมื่อได้ระยะก็เป็นความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลาง.

วิธีวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูปกะบอก หรือรูปทรงกลม

การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูปกะบอกหรือรูปทรงกลม เราสามารถใช้เครื่องมือที่จะวัดในการวัดหลายอย่าง แต่วิธีใช้โน้นนั้นจะใช้เครื่องมือง่าย ๆ ที่นักเรียนอาจหาได้เอง.

เครื่องมือ ๑. ไม้ไผ่ขนาดสองหรือสาม ฟุตหนึ่ง เป็นรูปดีเหลี่ยมคี่ ด้านทุกด้านเรียบ มีส่วนหนาเท่ากัน.



วิธีวัดรูปทรงกลมโดยใช้ไม้ได้ขนาด รูปที่ ๖๐

วิธีวัด เอาไม้ได้ขนาดตั้งสองท่อนวางย่นหนึ่ง หรือวางให้ปลายติดสนิทกับไม้ท่อนที่สามก็ได้ เอาไม้รูปกระบอกวางระหว่างกลาง เมื่อจัดให้ไม้ทั้งสองประกบกันดีแล้ว ไขบรรทัดวัดระยะระหว่างท่อนไม้ทั้งสอง ก็จะได้เส้นผ่าศูนย์กลาง ข้อควรระวังก็คือ อย่าใช้ไม้ตั้งท่อนโดยไม้ย่นกับวัดคู่ด้านเรียบอะไรเลย เพราะจะทำให้ได้ระยะไม่แน่นอน ไม่อาจหุบเข้าและบานออกได้ ถ้าไม่มีอะไรจะใช้หนึ่งตั้งวางให้ตั้งฉากกับพื้นสำหรับย่นก็ได้.

แบบฝึกหัดบทที่ ๒๗

๑. ไขวงเวียนเขียนวงกลมแล้ววัดเส้นรอบค.
๒. จงวัดเส้นรอบวงของ ก. ขวดหมึกกลม ข. กระป๋องนมวัด
- ก. สี่ด้านค.

๓. จงวัดเส้นรอบวงของไม้กระบอกกลมท่อนหนึ่ง โดยวิธี
ต่าง ๆ แล้วเฉลี่ยผล.

(ก) โดยใช้เชือกพัน ยาว --- ซม. หรือ --- นิ้ว.

(ข) โดยการกดตั้ง ยาว --- ซม. หรือ --- นิ้ว.

(ค) โดยใช้กระดาษพัน ยาว --- ซม. หรือ --- นิ้ว.

รวมเฉลี่ย --- ครั้ง ยาว --- ซม. หรือ --- นิ้ว.

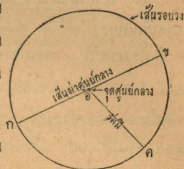
๔. จุดหมักดองบนส่วนโค้ง ของขวดวัดกลมแล้วกดลงไปบน
กระดาษใหม่จุดหมัก ๒ จุด แล้ววัดระยะเส้นรอบวง.

๕. จงวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของ (ก) ลูกบ๊อง (ข) ลูกหนัง
ขนาดเล็กเส้น.

วงเวียน วงกลม และรัศมี

วงเวียนเป็นเครื่องมือสำหรับใช้เขียนวงกลม และเส้นโค้งของวงกลม เมื่อจะเขียนวงกลม ก็มักปลายทางแหลมลงที่จุดใดจุดหนึ่ง แล้วหมุนให้ปลายทางที่มนเคลื่อนไปบนกระดาษ หรือสิ่งที่ต้องการเขียนจนปลายมาบรรจบกัน เมื่อครบรอบก็จะได้วงกลม จุดที่ปลายทางแหลมปักนั้นเรียกว่า 'จุดศูนย์กลาง' ของวงกลม และเส้นด้ามรอบรูปเรียกว่า 'เส้นรอบวง'

ถ้าทางวงเวียนออกมาก วงกลมก็จะโคจรน ระยะทางวงเวียนออกนั้นเรียกว่า 'รัศมี' ของวงกลม ดังนั้นรัศมี ก็คือระยะที่ลากจากจุดศูนย์กลางของวงกลมไปยังเส้นรอบวง (ปลายเส้นจะต้องอยู่ที่เส้นรอบวงเท่านั้น จะโผล่ออกไปข้างนอกหรือไม่ถึงเส้นรอบวงไม่ได้).



ความจำกัดของวงกลม วงกลมคือรูปราบรูปหนึ่งทอดล้อมด้วยเส้นโค้ง และทุก ๆ จุดบนเส้นโค้งนั้นระยะห่างจากจุดคงที่ภายในเท่ากัน จุดคงที่นั้นเรียกว่า 'จุดศูนย์กลาง' ของวงกลม.

เส้นผ่าศูนย์กลาง เส้นผ่าศูนย์กลาง คือเส้นที่ลากจากเส้นรอบวงข้างหนึ่ง ผ่านจุดศูนย์กลางไปยังเส้นรอบวงอีกข้างหนึ่ง เพราะ

ฉะนั้นเส้นผ่าศูนย์กลาง ก็คือเส้นรัศมีสองเส้นต่อกันเป็นเส้นตรงเดียวกัน
นั่นคือ เส้นผ่าศูนย์กลาง = ๒ เท่าของเส้นรัศมี.

วิธีหาค่าของ π

เครื่องมือ ๑. ด้ายเส้นด้ายยาว.

๒. วงเวียน.

๓. ไม้บรรทัดหรือไม้โปรแทรกเตอร์.

วิธีทำ ใช้วงเวียนเขียนวงกลมโดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางต่างๆ กัน
ใช้ด้ายวัดเส้นรอบวงของวงกลมเหล่านั้น หรือจะใช้วัดก่อนที่กลมๆ
ก็ได้ เมื่อเสร็จแล้วจดผลที่ได้ไว้ เอาเส้นรอบวงคูณหารด้วยเส้น
ผ่าศูนย์กลางที่ได้ จดผลที่ได้เปรียบเทียบ ควรทำเป็นตาราง
ดังต่อไปนี้ :-

รัศมี	เส้นผ่าศูนย์กลาง	เส้นรอบวง	เส้นรอบวง
			เส้นผ่าศูนย์กลาง
๓.๕ ซม.	๗ ซม.	๒๒ ซม.	?
๑.๔ ซม.	๒.๘ ซม.	๘.๘ ซม.	?
๔.๒ ซม.	๘.๔ ซม.	๒๖.๔ ซม.	?

จึงสังเกตผลที่ได้ จะเห็นว่าค่าประมาณ ๓.๑๔ หรือ $\frac{๒๒}{๗}$
เสมอทุกคราว (ในบางครั้งจะผิดไปบ้างเล็กน้อย เป็นเพราะการวัด
ไม่เที่ยง) ค่าที่ได้โดยการเอาเส้นผ่าศูนย์กลางไปหารเส้นรอบวงและ

ค่าคงที่^{๒๕} นักวิทยาศาสตร์เขาตั้งเป็นกฎไว้เพื่อให้ผล^{๒๕}พจน์เป็นอักษรกรีก Π อ่านว่า ไพ (pi) เพราะฉะนั้นจึงเป็นที่เข้าใจกันทั่วไปว่า Π เป็นผลหารระหว่างเส้นรอบของวงกลม กับ เส้นผ่าศูนย์กลาง^{๒๕}ที่มีค่าประมาณ ๓.๑๔๑๖ หรือคร่าว ๆ $\frac{๒๒}{๗}$

ข้อควรจำ ๑. $\frac{\text{เส้นรอบวง}}{\text{เส้นผ่าศูนย์กลาง}} = \Pi = ๓.๑๔ \text{ หรือ } \frac{๒๒}{๗} \text{ (ประมาณ)}$

๒. เส้นผ่าศูนย์กลาง = ๒ รัศมี.

แบบฝึกหัดบทที่ ๒๘

จงหาค่าของ Π จากตารางต่อไปนี้.

สิ่งที่วัด	เส้นผ่าศูนย์กลาง	เส้นรอบวง	ค่าของ Π
๑. ขวดหมึก	๗ เซนติเมตร	๒๒ เซนติเมตร	-----
๒. สี่ตางค์แดง	วัดได้ --- ซม.	วัดได้ --- ซม.	-----
๓. ดัธยจรยาน	วัดได้ --- ซม.	วัดได้ --- ซม.	-----
๔. แท่งไม้กระบอก	วัดได้ --- นิ้ว	วัดได้ --- นิ้ว	-----
๕. กระป๋องนม	วัดได้ --- นิ้ว	วัดได้ --- นิ้ว	-----

เทียบเส้นรอบวงโดยการวัดและกฎ

หาว่าลูกกลมมาวัดเส้นผ่าศูนย์กลาง แล้วคูณด้วย π จดผลลัพธ์
ที่ได้ไว้ตรวจสอบกับผลที่ได้จากการวัดเส้นรอบวง.

สิ่งที่จะวัด	เส้นผ่าศูนย์กลางยาว	คูณด้วย π	ตอบ
๑. ไม่กะบอก	----- นิ้ว	----- $\times \frac{22}{7}$	-----
๒. กะบอกนม	----- ซม.	----- $\times \frac{22}{7}$	-----
๓. ก้นถังกาตม	----- ซม.	----- $\times \frac{22}{7}$	-----

เมื่อวัดเส้นรอบวงดูจริง ๆ แล้วจะเห็นว่าได้ผลเท่ากับคำตอบ -
แสดงว่า เส้นผ่าศูนย์กลาง $\times \pi$ = เส้นรอบวง

$$\text{กฎ ๑. เส้นรอบวง} = \pi \times \text{เส้นผ่าศูนย์กลาง}$$

$$\text{หรือ เส้นรอบวง} = \pi \times 2 \times \text{เส้นรัศมี}$$

$$(\text{เพราะเส้นผ่าศูนย์กลาง} = 2 \times \text{เส้นรัศมี})$$

$$๒. \text{เส้นรอบวง} = 2 \pi r$$

$$(\text{ให้ } r = \text{ความยาวของเส้นรัศมี}).$$

$$\text{และ ๓. เส้นผ่าศูนย์กลาง} = \frac{\pi}{\text{เส้นรอบวง}}$$

ตัวอย่าง ๑ เขียนวงกลมวงหนึ่งให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางยาว ๒๐
เซ็นติเมตร จงหาเส้นรอบวงของวงกลมนั้นโดยการวัดและใช้กฎ.

วิธีทำโดยใช้กฎ กฎเส้นรอบวง = $\pi \times$ เส้นผ่าศูนย์กลาง

ในที่นี้ เส้นผ่าศูนย์กลาง = ๒๐ ซม.

$$\pi = \frac{๒๒}{๗}$$

$$\begin{aligned}\therefore \text{เส้นรอบวง} &= \frac{๒๒}{๗} \times ๒๐ = \frac{๔๔๐}{๗} \text{ ซม.} \\ &= ๖๒ \frac{๖}{๗} \text{ ซม.}\end{aligned}$$

โดยการวัด เส้นรอบวง = $๖๒ \frac{๖}{๗}$ ซม. (ประมาณ) การวัดเส้นรอบวงได้แสดงไว้แล้วในบทที่ ๑๒

ตอบ เส้นรอบวงยาว $๖๒ \frac{๖}{๗}$ ซม.

๒. จงเขียนวงกลมให้มีรัศมียาว ๗ ซม. แล้วหาเส้นรอบวงโดยการวัดและคำนวณ.

วิธีทำ ใช้กฎเส้นรอบวง = $๒ \pi r$

ในที่นี้ r = ความยาวของเส้นรัศมี = ๗ ซม.

$$\pi = \frac{๒๒}{๗}$$

$$\therefore \text{เส้นรอบวง} = ๒ \times \frac{๒๒}{๗} \times ๗ = ๔๔ \text{ ซม.}$$

โดยการวัด เส้นรอบวง = ๔๔ ซม.

ตอบ เส้นรอบวง ๔๔ ซม.

๓. เส้นรอบวงของวงกลมหนึ่งยาว ๘๘ ซม. จงหาเส้นผ่าศูนย์กลางและรัศมีของวงกลมนั้น.

$$\text{วิธีทำ ใช้กฎ เส้นผ่าศูนย์กลาง} = \frac{\text{เส้นรอบวง}}{\pi}$$

๑๕๓

$$\text{ในทึน เส้นรอบวง} = ๘๘ \text{ ซม.}$$

$$\Pi = \frac{๒๒}{๓}$$

$$\therefore \text{เส้นศูนย์กลาง} = ๘๘ \div \frac{๒๒}{๓} \text{ ซม.}$$

$$= ๘๘ \times \frac{๓}{๒๒} \text{ ซม.}$$

$$= ๑๒ \text{ ซม.}$$

$$\text{แต่เส้นศูนย์กลาง} = ๒ \times \text{เส้นรัศมี}$$

$$๒ \times \text{เส้นรัศมี} = ๘๘ \text{ ซม.}$$

$$\therefore \text{เส้นรัศมี} = \frac{๘๘}{๒} = ๔๔ \text{ ซม.}$$

$$\text{ตอบ} \begin{cases} \text{เส้นรอบวง} & = ๘๘ \text{ ซม.} \\ \text{เส้นรัศมี} & = ๔๔ \text{ ซม.} \end{cases}$$

$$\text{ข้อควรจำ ๑. เส้นรอบวง} = \Pi \times \text{เส้นผ่าศูนย์กลาง}$$

$$๒. \text{เส้นรอบวง} = ๒ \Pi \text{ ร}$$

$$๓. \text{เส้นผ่าศูนย์กลาง} = \frac{\text{เส้นรอบวง}}{\Pi}$$

แบบฝึกหัดบทที่ ๒๘

จงหาค่าของ Π เมื่อวงกลมมีรัศมี.

๑. ๒ เซนติเมตร ๒. ๑.๓ นิ้ว ๓. ๗ เมตร.

๔. จงเขียนวงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง (ก) ๗ นิ้ว (ข)

๓.๕ นิ้ว (ค) ๕.๐๔ นิ้ว แล้วหาเส้นรอบวงทั้งโดยการวัดและใช้กฎ.

๕. จงหาเส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลมซึ่งมีเส้นรอบวง.

(ก) ๔๔ หลา (ข) ๑๕.๔ ซม.

๖. จงหารัศมีของวงกลม ซึ่งมีเส้นรอบวง.

(ก) ๑๘๗ หลา (ข) ๓๕ $\frac{๒}{๓}$ มม.

๗. ถวดเส้นหนึ่งยาว ๕.๕ เมตร จะตัดทำวงแหวนซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางยาว ๓ ซม. ได้กี่วง.

๘. ในหนทางครึ่งไมล์ต่อจักรยานต่อหนึ่งหมื่นได้ ๓๖๐ รอบ จงหาเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อจักรยาน.

๙. ถ้านามกลมแห่งหนึ่ง รัศมีวัดได้ ๗๐ หลา ถ้าจะปักธงรอบๆ ระยะห่างกันของธง ๑๐ หลา จะต้องใช้ธงเท่าไร?

๑๐. ถ้าสนามกลมแห่งหนึ่ง รัศมีวัดได้ ๗๐ หลา มีหนทางสำหรับวิ่งแข่งรอบๆ กว้างอีก ๓ $\frac{๑}{๒}$ หลา ถ้าคนสองคนวิ่งแข่งกัน คนวิ่งวงนอก จะต้องวิ่งระยะทางมากกว่าคนวิ่งวงในเท่าไร?

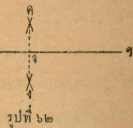
วิธีใช้วงเวียนแบ่งครึ่งเส้นตรง

เครื่องมือ ๑. วงเวียน.

๒. ไม่โปรแทรกเตอร์หรือไม้บรรทัด.

วิธีทำ เอาปลายวงเวียนทางแหลมจุดลงที่จุดปลายของเส้นตรงที่ต้องการแบ่ง ทางวงเวียนออกพอสมควร (ระบุว่าเลยจุดกึ่งกลางของเส้น) แล้วเขียนเส้นโค้งไว้ทั้งสองข้างของเส้นตรง ถอนวงเวียนออกแล้วไปปักทางอีกปลายหนึ่งของเส้นตรง ใช้วงเวียนกางเท่าเดิม เขียนเส้นโค้งให้ตัดเส้นโค้งเดิมทั้งสอง ถ้าเส้นตรงต่อจุดที่เส้นโค้งตัดกันทั้งสองนั้น เส้นตรงนั้นตัดเส้นตรงที่กำหนดให้ตรงใด จุดนั้นเป็นจุดแบ่งครึ่ง.

ตัวอย่าง เส้นตรง กข. ยาว ๖.๕ ซม. ใช้วงเวียนจุดจุดที่ ก.
รัศมีพอสมควร เขียนส่วนโค้งทั้ง
สองข้างแล้วถอนวงเวียนเอาปลาย ก ————— ข
แหลมจุดที่จุด ข. วงเวียนกางเท่า
เดิม เขียนส่วนโค้ง ตัดส่วนโค้ง
ครึ่งแรกทจุด ค. แล้ว ง. คือ ก ข ตัด ก ข ที่ จ.



ดังนั้นจุด จ. จะเป็นจุดแบ่งครึ่งที่ต้องการ.

วัดระยะ ก จ จะเท่ากับ จ ข = ๓.๒๕ ซม.

๕ ๖ ๕
แบบฝึกหัดบทที่ ๓๐

จงแบ่งครึ่งเส้นตรงต่อไปนี้ แล้ววัดดูสับสนกับการคำนวณ.

๑. เส้นตรงยาว ๑๒.๕ ซม.
๒. เส้นตรงยาว ๗.๓ ซม.
๓. เส้นตรงยาว ๓.๒ นิ้ว.
๔. เส้นตรงยาว ๑๓.๑ ซม.
๕. เส้นตรงยาว ๕.๗ นิ้ว.

บทที่ ๓๑

เส้นขนาน

เส้นขนาน คือเส้นตรงสองเส้นที่ลากไป โดยจุดทุกๆจุด
มีระยะห่างจากเส้นตรงอีกเส้นหนึ่งเท่ากัน และปลายของเส้นตรงทั้งสอง
นั้น ถึงแม้จะต่อออกไปให้ยาวอีกสักเท่าใดก็ตามจะไม่บรรจบกันเลย.

วิธีเขียนเส้นขนานจากไม้บรรทัดกับไม้โปรแทรกเตอร์

๑. ตามธรรมชาติไม้บรรทัดหรือไม้โปรแทรกเตอร์ที่ทำขาย นั้นทั้ง
ต้องข้างย่อมขนานกันอยู่แล้ว ดังนั้นถ้าต้องการเส้นขนานอย่างหยาบๆ
ก็หาไม้บรรทัดตั้งให้แนวเส้นกับเส้นตรงที่กำหนดให้สนิท แล้วใช้ดินสอ
ลากชิดกับแนวเส้นอีกข้างหนึ่ง ก็จะได้เส้นขนานที่ต้องการ.

ก. _____ ข

ก. _____ ง

๒. ใช้ไม้บรรทัดวางทับ กับ เส้นตรงที่กำหนดให้ดูให้ทาบสนิท
จริงๆ ใช้มือซ้ายกดไว้ให้แน่นอย่าให้เคลื่อนที่ได้ แล้วใช้ไม้โปรแทรก
เตอร์ ตามแนวตั้งให้ทางด้านกว้างของไม้โปรแทรกเตอร์ชิดกับแนวยาว
ของไม้บรรทัด ต้องการเส้นขนานที่จะสร้างขึ้นให้ห่างจากเส้นเดิมเท่าใด
ก็จุดเขาตามขีดมาตราที่ด้านยาวของไม้โปรแทรกเตอร์ แล้วทำเครื่องหมายไว้ด้วย คราวนี้เลื่อนไม้โปรแทรกเตอร์ไปโดยให้ด้านกว้างของชิด
กับด้านยาวของไม้บรรทัดเดิม จากเครื่องหมายที่ทำไว้แล้วนั้นจุดอีก

จุดหนึ่งลง ลากเส้นตรงต่อระหว่างจุดทั้งสอง เส้นตรงนั้นจะขนานกับเส้นเดิมที่กำหนดให้ตามต้องการ.

กข. เป็นเส้นตรงเดิม คง. เป็นเส้นขนานที่สร้างขึ้น.

วิธีแบ่งเส้นตรงโดยการสร้างเส้นขนาน

เครื่องมือ ๑. ไม้บรรทัด.

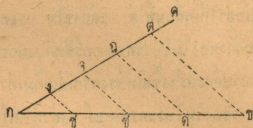
๒. ไม้โปรแทรกเตอร์.

๓. ดินสอแหลม.

๔. วงเวียน หรือ ดัไวเดอร์.

สมมุติว่า กข เป็นเส้นตรง ที่ต้องการ แบ่ง ออก เป็น ๕ ส่วนเท่า ๆ กัน.

วิธีที่ ๑ ลากเส้น กค จะลากให้ยาวเท่าใดก็ได้แต่ทางที่ค ต้องแค่ว่าพอประมาณ ใช้วงเวียนหรือดัไวเดอร์กางรัศมีพอสมควร ตัด กค ออกเป็น ๕ ส่วนเท่า ๆ กันที่จุด ง. จ. ฉ. และ ต.



รูปที่ ๖๓

คือ ตข. ลาก จค. ให้
ขนานกับ ตข. (ตามวิธี
สร้างเส้นขนาน โดยใช้ไม้
บรรทัดและโปรแทรกเตอร์)
ตัด กข. ที่จุด ค.

ลาก จข ให้ขนาน
กับ จค หรือ ตข ก็ได้ ตัด กข ที่ ข.

ลากข^๕ ให้นานกับ จข หรือ ฅต หรือ ตข ก็ได้ตัด กข ที่ ข.

ดังนั้น กข. จะแบ่งออกเป็นสี่ส่วนเท่า ๆ กันที่จุด ข. ช. และ ค.

นั่นคือ กข = ขช = ชค = คข

วิธีที่ ๒ ลากเส้น กค แล้วลากเส้น ขง ให้นานกัน (ตามวิธีที่กล่าวมาแล้ว) (แล้วใช้วงเวียนหรือดิวเตอร์สร้างวงรัศมีพอสมควร

ตัด กค ออกเป็นสี่ส่วนเท่า ๆ กัน

ที่จุด จ. ฅ. ช. และ ช. และตัด

ขง ออกเป็นสี่ส่วนโดยใช้รัศมีเท่า

กันเหมือนกันที่จุด ค.ค.ฅ.และท.

คือ ขช ชค ฅต จค.

และ กท.

เส้น จค ฅต และ ชค

จะแบ่ง กข. ออกเป็นสี่ส่วนเท่ากันที่ น. บ. และ ป. นั่นคือ.

กน = นบ = บป = ปข.

หมายเหตุ การแบ่งอย่างวิธีที่ ๒ นั้น เส้น ขช และ กท ไม่

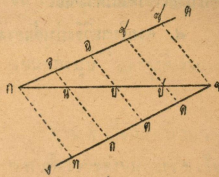
มีประโยชน์ในขั้นนี้ ดังนั้นถ้าจะไม่สร้างเส้นนี้ ต่อแต่ต่อเพียงเส้น ชค.

ฅต และ จค ก็คงได้ผลลัพธ์เช่นกัน.

แบบฝึกหัดบทที่ ๓๑

จงสร้างเส้นขนานกับเส้นตรง กข ให้ห่างจากเส้นตรง กง.

๑. ๒ ซม. ๒. ๒.๑ นิ้ว ๓. ๔.๕ ซม.



รูปที่ ๖๔

จงแบ่งเส้นตรงต่อไปนี้^๕ออกเป็น ๓ ส่วนเท่าๆกัน วัดและตรวจ
โดยการคำนวณ.

๔. เส้นตรงยาว ๑๐ ซม. ๕. เส้นตรงยาว ๕ ซม.

๖. เส้นตรงยาว ๔ นิ้ว.

๗. จงแบ่งเส้นตรงยาว ๕.๕ ซม. ออกเป็น ๖ ส่วนเท่าๆกัน
ตอบโดยการวัดและคำนวณ.

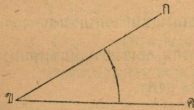
๘. จงอธิบายวิธีแบ่งเส้นตรงยาว ๖ นิ้วออกเป็น ๔ ส่วนเท่าๆกัน

บทที่ ๓๒

การวัดมุม

มุม เมื่อเส้นตรงสองเส้นตัดกันบรรจบ หรือ พบกัน ที่ จุดใดจุดหนึ่ง มันจะทำให้เกิดเป็น 'มุม' ขึ้น ดังนั้นมุมมักค่อทวางทออยู่ระหว่างเส้นตรงสองเส้นที่ตัดกันมาพบกัน.

เส้นตรงทั้งสองนั้นเรียกว่า แขนของมุม และจุดที่เส้นตรงทั้งสองพบกันเรียกว่า จุดยอด.



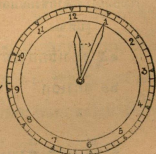
จุดยอด รูปที่ ๖๕

ก ข ค เป็นมุม ม ก ข และ ข ค เป็นแขนของมุม และ ข เป็นมุมยอด.

หน้าปัทมนานาฬิกา นักเรียน

จงตั้งเกดตหน้าปัทมนานาฬิกา บน

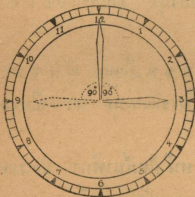
หน้าปัทมควเดทอย ๑๒ ตัว คือจาก ๑-๑๒ ทำให้เกิดช่องขึ้นเป็น ๑๒ ช่อง ในระหว่างช่องหนึ่ง ๆ ยังแบ่งออกไปอีก เป็นช่องเล็ก ๆ รวม ๑๒ ช่องมี ๖๐ ช่องเล็ก รอบหน้าปัทมนาฬิกา มี ๖๐ ช่องเล็ก.



เข็มบนหน้าปัทม ๒ เข็ม เข็มยาว กับเข็มสั้น ถ้าเข็มยาวเดินรอบหน้าปัทมเดท เมื่อเข็มสั้นกับเข็มยาวท่างกัน จะเกิดมุมขึ้น รูปที่ ๖๖

คือ ๖๐ ช่องเล็ก เข็มต้นจะเดิน ๑ ช่องใหญ่ (คือ ๕ ช่องเล็กเรียกว่า ๑ ชั่วโมง,

เมื่อเวลา ๑๒ นาฬิกา เข็มยาวกับเข็มต้นจะตรงกันที่เลข ๑๒ เข็มยาวกับเข็มต้นทับกันสนิท ต่อจากนั้นเข็มายาวจะเคลื่อนที่ออกหน้าเข็มต้น เมื่อเข็มายาวอยู่ที่เลข ๑ คือเดินได้ ๕ ช่องเล็ก เข็มจะเดินมาติดหนึ่ง (ไม่ถึงช่องเล็ก) ในขณะนั้นเข็มต้นกับเข็มายาวจะแยกห่างออกจากกัน จึงทำให้เกิดเป็น 'มุม' ขึ้นระหว่างเข็มทั้งสอง.



เวลา ๓ นาฬิกา และ ๙ นาฬิกา เข็มยาวอยู่ที่เลข ๑๒ เข็มต้นอยู่ที่เลข ๓ และ ๙ ขณะนั้นเข็มายาวกับเข็มต้นตั้งฉากซึ่งกันและกัน คือเข็มายาวกับเข็มต้นทางทำมุม ๙๐ องศา.

ระหว่างเลข ๑๒ กับเลข ๓ หรือเลข ๙ เข็มยาวจะอยู่ห่างเข็มต้น ๑๕ ช่องเล็ก.

๑๕ ช่องเล็กทางทำมุม

๙๐ องศา.

๖๐ ช่องเล็ก ,,

$$\frac{๙๐ \times ๖๐}{๑๕} = ๓๖๐ \text{ องศา.}$$

$$= ๔ \text{ มุมฉาก.}$$

ดังนั้นวงกลมจึงแบ่งออกเป็น ๓๖๐ องศา หรือ ๔ มุมฉาก เมื่อเวลา ๖ นาฬิกา เข็มต้นชี้เลข ๖ และเข็มายาวชี้เลข ๑๒ เข็มทั้งสองจะถือเป็นเส้นตรงเดียวกัน ทำมุม ๑๘๐ องศา หรือ ๒ มุมฉาก.

เข้มายาวเดินครบรอบต้องเดินไป ๖๐ ช่องเล็ก หรือเดินเป็นมุม
๓๖๐ องศา กับตำแหน่งเดิม ดังนั้นที่เข้มายาวเดินผ่าน ๑ ช่องเล็ก ก็
ต้องเดินไปเป็นมุม $\frac{360}{60} = 6$ องศา.

จากกฎอนัน ถ้าเราทราบว่เข้มายาวอยู่ห่างเข้สั้นกชึ่งเด็กเรา
กทราบว่ เข้มายาวทำมุมกับเข้สั้นใดกองศา คือเขาจำนวนช้องที่อยู่
ห่างกันคนด้วย ๖ องศาเช่น.

เข้มายาวอยู่หน้าเข้สั้น ๑๒ ช่องเล็ก จะกางทำมุมกับเข้สั้น
ใดกองศา ?

๑ ช่องเล็กกาง

๖ องศา.

∴ ๑๒ , ,

$๑๒ \times ๖ = ๗๒$ องศา.

ตอบ เข้มายาวกางทำมุมกับเข้สั้น ๗๒ องศา.

การตัดกระดาษวัดมุม ถ้าเราพบกระดาษแผ่นหนึ่งให้แนวขอบ
ทับกันสนิท แะพับออกข้างหนึ่งเช่นเดียวกันใหม่รูปสี่เหลี่ยม กาง
กระดาษออก จะเห็นรอยพับนั้นเป็นสี่รอย มุมที่เกิดขึ้นเป็นสี่มุม มุม
หนึ่ง - ย่อมเป็นมุมฉากหรือมุมค่า ๙๐ องศา ถ้าเรัดัดมุมนั้นออกตาม
รอยพับ แล้วพับออกให้แขนทั้งสองของมุมทับกัน มุมที่เกิดขึ้นใหม่จะเป็น
ครึ่งหนึ่งของหนึ่งมุมฉาก หรือ $\frac{90}{2} = 45$ องศา โดยวิธี เราอาจ
ตัดกระดาษทำมุม $\frac{90}{3}$, $\frac{90}{4}$ ของมุมฉากได้ หรือจะให้เล็กลงไปอีกว่านออก
ก็ได้ตามต้องการ.

มาตราวัดมุมของอังกฤษ

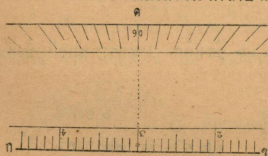
๑ มุมฉาก = ๙๐ องศา (degree).

๑ องศา = ๖๐ วินาที (minute).

๑ วินาที = ๖๐ พิลิปดา (second)

(คำว่า วินาที และ พิลิปดา นี้ เป็นภาษาที่นักโหราศาสตร์ใช้กัน
อยู่ทุกวันนี้ จะพิมพ์ที่ถูกต้องว่าไม่เหมาะ)

การสร้างเส้นตงฉากโดยไม้โปรแทรกเตอร์



วางไม้โปรแทรกเตอร์

ให้ราบ กับ เส้น ตรง ที่ ต้อง
การสร้างเส้นตงฉาก ให้

ทางด้าน ที่ แบ่ง เป็น ๙๕ ๙๖
ด้าน ทาบ และ ให้ขีดเลข ๓

วิธีลากเส้นโดยไม้โปรแทรกเตอร์ รูปที่ ๖๘
(มีดตอกจันทร์เป็นที่ยึดเกาะ) จดกับจุดที่ต้องการลากเส้นตงฉาก แล้ว
ใช้ดินสอแหลมจุดทางอีกด้านหนึ่งของไม้โปรแทรกเตอร์ตรงขีดเลข ๙๐
เอาไม้โปรแทรกเตอร์ออก แล้วคือเส้นตรงระหว่างจุดทั้งสอง เส้น
ตรงนี้จะตงฉากกับเส้นตรงเดิม.

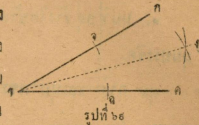
การเขียนมุมโดยไม้โปรแทรกเตอร์

เขียนเส้นตรงเส้นหนึ่งความยาวพอสมควร แล้ววางไม้โปร-
แทรกเตอร์ลงให้ทางด้านขวาทาบบนเส้นตรงที่สร้างขึ้น ให้ขีดเลข ๓ จด
กับจุดใดจุดหนึ่งตรงที่ต้องการเขียนมุม ใช้ดินสอจุดที่ขีดจำนวนมุมที่
ต้องการสร้างทางอีกด้านหนึ่งของไม้โปรแทรกเตอร์ แล้วยกออก ลาก
เส้นตรงคือจุดทั้งสอง มุมที่เกิดขึ้นจะเป็นมุมที่ต้องการ.

การแบ่งมุม

๑. การแบ่งครึ่งมุมที่ต้องการ

การ ต่อมุมที่ $\angle ก ข ค$ เป็นมุมที่ต้องการ
การแบ่งครึ่ง ใช้วงเวียนกับปลายแหลม
ที่จุด $ข$ การวัดมุมออกพอสมควร เขียน



ส่วนโค้งตัดแขน $ก ข$ และ $ค ข$ ที่ $จ$ และ $ฉ$ ตามลำดับ.

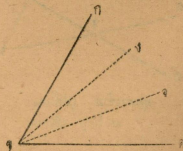
ใช้ $จ$ และ $ฉ$ เป็นจุดศูนย์กลาง ทำวงเวียนออกรัศมีพอสมควร
เขียนส่วนโค้งให้ส่วนโค้งทั้งสองตัดกันที่จุด $ง$ ต่อ $ขง$.

$ขง$ จะแบ่งครึ่งมุม $ก ข ค$ คือทำให้มุม $ก ข ง =$ มุม $ง ข ค$

๒. การแบ่งมุมออกเป็นหลายส่วนเท่า ๆ กัน การแบ่ง
มุมออกเป็นหลายส่วนเท่า ๆ กันนั้น ต้องอาศัยการคำนวณเข้าช่วยการ
สร้างด้วย คือเช่นต้องการจะแบ่งมุมหนึ่งออกเป็น ๓ ส่วนเท่า ๆ กัน
วิธีทำ ๆ ดังนี้

ก. วัดมุมที่ต้องการแบ่งว่าเป็น
กี่องศา ต่อมุมที่ ๖๐ องศา.

ข. เอา ๓ หาร ๖๐ องศา จะได้
 ๒๐ องศา นั่นคือเมื่อแบ่งแล้วมุม
หนึ่ง ๆ จะมีค่า ๒๐ องศา.



ค. สร้างมุม ๒๐ องศา ใน
มุมที่กำหนดให้ โดยใช้โปรแทรกเตอร์ตามวิธีที่กล่าวมาแล้ว.

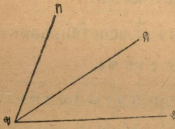
มุมที่สำคัญและชื่อ

๑. มุมที่อยู่ข้างใดข้างหนึ่งของเส้นที่ร่วมกัน เรียกว่า

‘มุมประชิด.’

มุม ก ข ค และมุม ค ข ง เป็นมุมประชิด มีเส้น ข ค เป็น

แขนร่วม.



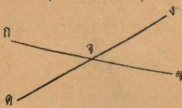
มุมตรงข้าม รูปที่ ๑๑

๒. เมื่อเส้นตรงสองเส้นวางพาด
กันหรือตัดกัน จะเกิดมุมขึ้นสี่มุม
ที่อยู่ตรงข้ามกันจะเรียกว่า ‘มุม
ตรงข้าม.’

เส้นตรง ก ข ตัดกับเส้นตรง ค ง

ที่ จ มุม ก จ ค และมุม ง จ ข เป็นมุมตรงข้าม.

มุม ก จ ง และมุม ค จ ข ก็เป็นมุมตรงข้าม.



มุมตรงข้าม รูปที่ ๑๒

๓. เมื่อเส้นตรงเส้นหนึ่ง ตากมา
ตามเส้นตรงอีกเส้นหนึ่ง และทำมุม
ประชิดที่เกิดขึ้นเท่ากันแล้ว มุมประชิด
มุมหนึ่งๆ เรียกว่า ‘มุมฉาก’ ๑ มุม

ฉากมีค่า ๙๐ องศา.

มุม ก จ ค และมุม ข จ ค ต่างก็เป็นมุมฉาก.

๔. มุมแหลม คือมุมที่เล็กกว่ามุมฉาก.

๑๖๓

มุม กขค เป็นมุมแหลม เพราะ
มีค่าน้อยกว่า ๙๐ องศา.

๕. มุมบ้าน คือมุมที่ใหญ่
กว่ามุมฉาก.

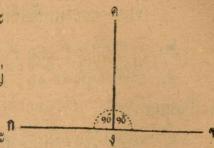
มุม กขค เป็นมุมบ้าน เพราะ
มีค่ามากกว่า ๙๐ องศา.

๖. มุมตรง คือมุมที่กาง ก
ออกได้ ๒ มุมฉาก หรือ ๑๘๐
องศาพอดี.

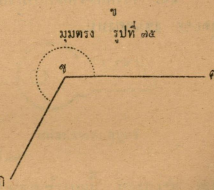
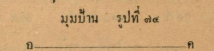
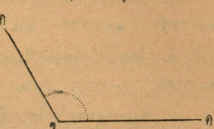
ก ข ค เป็นมุมตรง จง
สังเกตแขนของมุม คือ ก ข และ
ค ข เป็นเส้นตรงเดียวกัน.

๗. มุมกลับ คือมุมที่
กางออกกว่า ๑๘๐ องศา แต่น้อย
กว่า ๓๖๐ องศา.

มุม ก ข ค ข้างบนเป็นมุม
กลับ เพราะมีกางออกกว่า ๒ มุม
ฉาก คือกว่า ๓๖๐ องศา.



มุมฉาก รูปที่ ๓๓



แบบฝึกหัดบทที่ ๓๒

๑. มุมคืออะไร ? จงอธิบายและเขียนรูปประกอบ.

เข็มนาฬิกาจะทำงานกับเข็มสั้นเท่าใดตามเวลาข้างล่าง :-

๒. ๑ นาฬิกา. ๓. ๕ นาฬิกา. ๔. ๒๒ นาฬิกา.

๕. ถ้าเข็มอยู่ที่เลข ๑๑ เข็มสั้นอยู่เลข ๔ เข็มนาฬิกาจะห่างเข็มสั้นเป็นมุมเท่าไร ?

๖. จงบอกวิธีสร้างมุมฉากโดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์.

๗. จงเขียนมุมต่อไปนี้โดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์.

๓๕ องศา ๘๐ องศา ๔๕ องศา.

๘. โดยใช้วงเวียนและไม้บรรทัดเท่านั้น จงแบ่งครึ่งมุม

๔๐ องศา ๖๐ องศา ๑๒๐ องศา.

๙. จงแบ่งมุมต่อไปนี้ออกเป็น ๕ ส่วนเท่า ๆ กัน

๕๐ องศา ๑๐๐ องศา ๗๕ องศา.

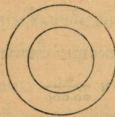
๑๐. จงให้คำจำกัดความของ มุมฉาก มุมแหลม มุมบาน
จุดยอด แขนงของมุม.

บทที่ ๓๓

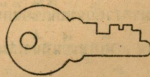
แปลน แผนที่ และไดอะแกรม

แปลน แปลนคือรูปจำลองจากของจริง โดยมีขนาดทุกส่วนได้สัดส่วนกับรูปแบบ แปลนเป็นเพียงรูปที่แสดงว่ารูปที่ใช้เป็นแบบนั้นมีลักษณะเหมือนกับอะไรเท่านั้น และโดยมากก็คิดถึงรูปเมื่อมองดูมาจากที่สูง.

เอาถ้วยแก้ววางบนกระดาษแล้วใช้ดินสอลากจนรอบ เมื่อยกถ้วยแก้วขึ้น จะได้แปลนของถ้วยแก้ว หรือใช้ดินสอลากรอบลูกกัญแจ ก็จะได้แปลนของลูกกัญแจ ฉะนั้นถ้าต้องการแปลนของสิ่งใดก็ใช้สิ่งนั้นวางบนกระดาษแล้วใช้ดินสอเขียนให้รอบ.



แปลนของถ้วยแก้ว



แปลนของลูกกัญแจ

รูปที่ ๓๓

มาตราส่วน การจำลองรูปตามข้างบนนี้ มองดูง่าย เพราะเป็นของเล็ก คราวนี้เราต้องมานั่งถกถึงการที่เราจะทำแปลนบ้าน หรือแปลนของประเทศ จะเห็นลำบากมาก เพราะเราจะหากระดาษที่ใหญ่

โตเท่ากับสิ่งที่เราต้องการทำแปลนได้ ถึงหาได้ก็มีข้อคิดขี้นานาประการ เช่นเราจะยกบ้านหรือสิ่งใดต้องการเขียนไปวางบนกระดาษได้อย่างไร เป็นต้น.

โดยเหตุนี้ในการเขียนแปลนบ้าน หรือแปลนของประเทศที่เรียวกันทั่วไปว่า 'แผนที่' นั้น จึงจำเป็นต้องย่อความยาวและขนาดของสิ่งนั้นลงมาให้พอเหมาะ เช่นย่อ ๑๐๐ เซนติเมตร ลงมาเป็น ๑ เซนติเมตร หรือย่อ ๔๐ หลาลงมาเป็น ๓ นิ้ว เป็นต้น ในแปลนหรือแผนที่แผ่นเดียวกัน การย่อต้องใช้อัตราส่วนอย่างเดียวกันตลอดไป เช่นย่อ ๑๐๐ ซม. เป็น ๑ ซม. ก็ย่อเช่นนี้ทั้งแผ่น อัตราส่วนที่ใช้ย่อความยาวจริง ๆ ลงเป็นความยาวในแปลนหรือแผนที่นั้นเรียกว่า 'มาตราส่วน'

การอ่านระยะจากมาตราส่วนย่อ

ตามธรรมดาในแปลนหรือแผนที่นั้นเรามักจะใช้ 'มาตราส่วนย่อ' กำกับไว้ มาตราส่วนย่อนั้นเขียนกันเป็นสองแบบ คือบางแบบก็เขียนอย่างเศษส่วน มีเศษเป็นหนึ่งเสมอ เช่น $\frac{๑}{๑๐,๐๐๐}$ บางแบบก็เขียนอย่างอัตราส่วนคือ ๑ : ๑๐,๐๐๐ อ่านว่า ๑ ต่อ ๑๐,๐๐๐ ทั้งสองอย่างนี้มีความหมายว่า ถ้าความยาวจริง ๆ เป็น ๑๐,๐๐๐ หน่วย ความยาวในแปลนหรือแผนที่เป็น ๑ หน่วย หรือพูดอีกอย่างหนึ่งความยาวในแปลนหรือแผนที่ยาว ๑ หน่วย ความยาวจริงก็เป็น ๑๐,๐๐๐ หน่วย.

การอ่านความยาวในแปลน หรือ แผนที่ เป็นความยาวจริง ๆ นั้น ใช้เทียบเอาจากมาตราส่วนย่อนั้น เช่นในแผนที่แผ่นหนึ่งเขียนมาตราส่วน

ไว้ว่า ๑:๑,๐๐๐,๐๐๐ เราอยากทราบระยะทางระหว่างเมืองต้องเมือง
กษัตริย์เคอร์ธหรือวงเวียน ทางวัดระยะระหว่างเมืองทั้งสอง แล้ว
ไปกระดุกกับไม้บรรทัดก็ทว่ายาวเท่าไร.

ฉันคิดว่ายาว ๕ ซม.

ถ้าความยาวในแผนที่ ๑ ซม. เป็นความยาวจริง ๑,๐๐๐,๐๐๐ ซม.

$$\therefore \quad \therefore \quad \therefore \quad ๕ \text{ ซม.} \quad \therefore \quad \therefore \quad ๕ \times ๑,๐๐๐,๐๐๐ \text{ ซม.} \\ = ๕,๐๐๐,๐๐๐ \text{ ซม.}$$

หรือ = ๕๐ กม.

ตอบ ระยะทางระหว่างเมืองทั้งสองเป็น ๕๐ กิโลเมตร

วิธีทำมาตราส่วนย่อ แปลนที่เราจะเขียนนั้น ถ้าเขียนตาม
ความนึกคิดแล้ว เราอาจได้รูปร่างอย่างของที่ประสงค์จริง แต่ขนาด
ไม่ได้ คือถ้าอยากรู้ความยาวความกว้างจริง ๆ ก็ทราบไม่ได้ ดังนั้น
การเขียนแปลนจึงจำเป็นต้องย่อขนาดของจริงลงมาด้วย เพื่อจะได้ให้
ผู้มาตรวจหลังทราบขนาดที่แท้จริงเป็นอย่างไร.

ตัวอย่าง เช่นต้องการเขียนแปลนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง
๕๐ เมตร ยาว ๑๐๐ เมตร ลงในกระดาษวาดเขียนขนาดธรรมดา
เราคงกะดูขนาดให้พอดี ฉันคิดว่าเราต้องการเขียนความยาว ๑ ซม.
แทน ๑ เมตร ดังนั้นในกระดาษของเราถ้าเขียนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้ด้าน
กว้าง ๕ ซม. และยาว ๑๐ ซม.

มาตราส่วนย่ออีกคือ ๑ ซม. คือ ๑ เมตร มาตราส่วนนี้ควรเขียน
กำกับไว้ด้วย แต่คงได้กล่าวแล้วว่า มาตราส่วนย่อหนึ่งมักเขียนเป็น
เศษส่วน คือคิดเทียบส่วนให้เป็นอย่างเดียวกัน คือ ๑ เมตร = ๑๐๐ ซม.

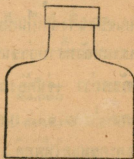
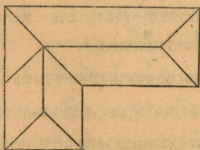
ตั้งหน้ามาตราส่วนย่ออีกคือ $\frac{๑}{๑๐๐}$ หรือ ๑:๑๐๐ คือเรายืดความยาว
 ลงมา ๑๐๐ ส่วน ด้วยวิธีนี้เราสามารถทำมาตราส่วนย่ออย่างง่าย ๆ ได้
 ข้อควรระวังก็คือ เมื่อเปรียบเทียบให้เป็นเศษส่วนนั้นจะต้องทำให้
 จำนวนที่เราเปรียบเทียบนั้นอยู่ในมาตราเดียวกัน คือเป็นนิ้ว ก็เป็นนิ้ว
 เหมือนกัน เช่น ๑ เมตร กับ ๑๐๐ เซนติเมตร เหมือนกัน.

เช่น เราเขียน ๓ นิ้ว แทน ๔๐ หลา.

$$๔๐ \text{ หลา} = ๔๐ \times ๓ \times ๑๒ \text{ นิ้ว.}$$

$$\therefore \text{มาตราส่วนย่อ} = \frac{๓}{๔๐ \times ๓ \times ๑๒} = \frac{๑}{๔๘๐}$$

ไดอแกรม ไดอแกรมคือรูปถ่ายเส้นที่เขียนจำลองจากรูปจริง
 โดยมีลักษณะคล้ายคลึงกัน หรือรูปที่แสดงด้วยเส้นตรง เช่น รูปใน
 วิชาเรขาคณิต รูปแสดงการทดลองต่าง ๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นต้น.



แปลนแสดงหลังคาบ้าน ไดอแกรมรูปขวดหมึก รูปที่ ๑๘

ไดอแกรมต่างกับแปลนก็คือ ไดอแกรมแสดงรูปร่างของวัตถุ
 ใครเห็นก็รู้ทันทีว่า รูปนั้นเป็นรูปอะไร เช่น ขวด ข้าง ฯลฯ เป็นต้น
 ส่วนแปลนนั้น เป็นเพียงรูปแสดงอาณาเขตที่โดยรอบของวัตถุหรือสิ่ง
 ที่เราต้องการจำลองเท่านั้น.

การเขียนไดอะแกรมต้องการความสังเกตมากขึ้น ก็จะต้องดูว่ารูปจริงนั้นเป็นอย่างไร ต้องเขียนอย่างไรจึงจะเหมือนรูปจริง ให้พอใครเห็นก็ทำได้.

แบบฝึกหัดบทที่ ๓๓

๑. แพลนคืออะไร ? จงเขียนแพลนของสมุดโน้ตเล่มเล็กเล่มหนึ่ง.

๒. มาตรฐานคืออะไร ? ถ้าในแผนที่ ๓ ส่วนมาตรฐานย่อ ๑:๑,๐๐๐,๐๐๐ ระยะในแผนที่ ๓ ซม. ความยาวจริง ๆ เท่าไร ?

๓. ถ้าความยาวจริง ๘๐ เมตร เขียนในแผนที่ ๒ เซนติเมตร มาตรฐานย่อเป็นเท่าไร ?

๔. จงเขียนแพลนของเรือนยาว ๑๖ เมตร กว้าง ๘ เมตร ใช้มาตรฐานย่อ ๑:๑๐๐.

๕. ไดอะแกรมคืออะไร ? ต่างกับแพลนอย่างไร ? จงอธิบาย.

บทที่ ๓๔

๕๗ ๘

การหาพื้นที่

ในบทก่อนเราได้ฝึกหัดวัดความกว้าง ความยาว ของสิ่งต่าง ๆ กันมาแล้ว การวัดความยาวนั้น ถ้าคิดให้ดีจะเห็นว่าเราไม่ได้คำนึงถึงส่วนของสิ่งที่เราวัดเลย เช่น เราวัดด้านกว้างและด้านยาวของห้องเรียน เราไม่ได้นึกถึงพื้นที่ที่เราวัดอยู่ ถ้าหากจะมีคำถามว่า ห้องกว้างเท่าไร? ยาวเท่าไร? เราตอบได้ แต่ถ้าถามว่าห้องนั้นมีพื้นที่เท่าใด? เรายังตอบไม่ได้.

การวัด ความกว้าง ความยาว ของห้อง เรียกว่า เราวัดขนาดของห้อง.

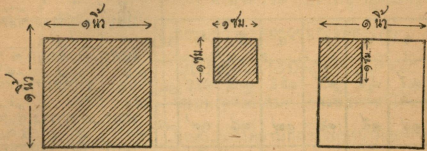
การหาเพื่อใหรู้ว้พื้นที่ใหญ่โต เด็กประถมศึกษาโตเท่านั้น เรียกว่า การหาพื้นที่.

หน่วยพื้นที่ หน่วยที่ใช้ในการหาพื้นที่เราใช้เรียกเป็น ตารางหน่วย ซึ่งมีความหมายถึงพื้นที่ ที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีด้านกว้างและยาวเท่ากัน หรือเรียกกันทั่ว ๆ ไปว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส.

หนึ่งตารางนิ้ว หมายถึงพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านหนึ่งยาว ๑ นิ้ว.

หนึ่งตารางเซนติเมตร คือพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านหนึ่งยาว ๑ เซนติเมตร.

ข้อควรสังเกต หน่วยพื้นที่จะเห็นว่า เราพูดถึงความกว้างและความยาวของรูป ฉะนั้นจึงควรจำไว้ว่า เมื่อเราพูดถึงพื้นที่ควราได้จะต้องมีทั้งขนาดกว้างและขนาดยาวเสมอ.



พื้นที่ ๑ ตารางนิ้ว พื้นที่ ๑ ตารางซม. รูปแสดงการเปรียบเทียบพื้นที่ ๑ ตร. นิ้ว กับ ๑ ตร. ซม. รูปที่ ๑๘

วิธีหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยวิธีนับรูป คัดกระด้างให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสพื้นที่ ๑ ตารางเซนติเมตร หรือ ๑ ตารางนิ้วได้ตามต้องการ เมื่อต้องการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมใด ก็ใช้กระดาษแข็งที่ตัดขนาดตามรูปไปบนรูปเรียงกันไปจนเต็มรูปนั้น แล้วนับจำนวนรูปที่ได้ ผลที่ได้จะเป็นพื้นที่ของรูปนั้น ในบางครั้งอาจวัดไม่ลงพอดีก็จะต้องกะเน็ดเอาว่าเป็นเศษส่วนเท่าไร ของตารางหน่วยที่ใช้วัด แต่ในบางครั้งอาจวัดใช้วางทาบไม่สะดวก เช่น เกิดมีเศษซม เพราะฉะนั้นแทนที่จะใช้กระดาษแข็งตารางหน่วยวางทาบ ใช้ดินสอและไม้บรรทัดขีดเป็นตารางในรูปแล้วนับผลที่ได้ปรากฏในรูปเลขทีเดียว.

ตัวอย่าง รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปหนึ่งยาว ๖.๕ ซม. กว้าง ๔ ซม. เราต้องการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมนี้ แบ่งส่วนยาวออกเป็นช่องๆ ช่องละ ๑ ซม. ช่องที่ ๗ จะยาวเพียง .๕ ซม. จากจุดที่แบ่งลากเส้น

ขนานกับด้านกว้าง คราวจนแบ่งด้านกว้างออกช่องละ ๑ ซม. เหมือน
กัน แล้วจากจุดที่แบ่งตากเส้นขนานกับส่วนยาว เมื่อตากเส้นเสร็จ
แล้วในรูปจะปรากฏเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก ๆ ขึ้น ๒๔ รูป รูปหนึ่ง ๆ

๑	๒	๓	๔	๕	๖	๖.๕
๗.๕	๘.๕	๙.๕	๑๐.๕	๑๑.๕	๑๒.๕	๑๓
๑๔	๑๕	๑๖	๑๗	๑๘	๑๙	๑๙.๕
๒๐.๕	๒๑.๕	๒๒.๕	๒๓.๕	๒๔.๕	๒๕.๕	๒๖

มีพื้นที่ ๑ ตารางเซนติ-

เมตร ที่เหลืออก ๔ รูป

ขึ้น รูปหนึ่ง ๆ มีพื้นที่

เพียง .๕ ตารางเซนติ-

เมตร ถ้ารูปจึงมีพื้นที่ ๒

ตารางเซนติเมตร เมื่อ

รวมพื้นที่ทั้งหมดของรูป

หาพื้นที่โดยวิธีนับตาราง รูปที่ ๘๐

สี่เหลี่ยมจึงเท่ากับ ๒๖ ตารางเซนติเมตร.

พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คอรูปสี่เหลี่ยมทึบ

ด้านตรงข้ามเท่ากันและขนานกันและมีมุมภายในทั้งหมดต่างเป็นมุมฉาก

←----- ๑๒ ซม. -----→

๑	๒	๓	๔	๕	๖	๗	๘	๙	๑๐	๑๑	๑๒
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

วิธีหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปที่ ๘๐

วิธีหาพื้นที่ หากกระดาษแข็งมาแผ่นหนึ่ง ตัดออกเป็นรูปสี่

เหลี่ยมจัตุรัส รูปหนึ่ง ๆ ให้มีพื้นที่ ๑ ตารางเซนติเมตร ตัดตั้ง ๑๒ รูป

แล้วเรียงรูปเหล่านี้ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหลาย ๆ รูป รูปหนึ่งคราว

หนึ่ง ให้มีความกว้างและยาวต่าง ๆ กัน เช่นเรียงยาวไปทั้ง ๑๒ รูปบ้าง

เรียงด้านกว้าง ๓ รูป ยาวไป ๔ รูปบ้าง เช่นนหลายๆคราว เดิรัจ
แล้วจัดลงในตารางที่ทำได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้.

กว้าง	ยาว	พท.
๑	๑๒	๑๒
๓	๔	๑๒
๔	๓	๑๒

ตาม ตาราง ที่ปรากฏ ขี้จะเห็นว่า
ความกว้างกับยาวนั้นต่างกัน แต่
เมื่อเรียงจนเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแล้ว พท.
ก็ย่อมเท่ากันเสมอ และพท.ที่หาได้เป็น
ผลคูณของความกว้างและความยาวของ

รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเอง เพราะฉะนั้นเราจึงตั้งกฎได้ว่า.

พท.ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า = กว้าง × ยาว.

ตัวอย่างที่ ๑ รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปหนึ่ง กว้าง ๓.๕ ซม. ยาว
๔.๘ ซม. จงหาพท.

กฎ พท. สี่เหลี่ยมผืนผ้า = กว้าง × ยาว.

ในที่นี้ กว้าง = ๓.๕ ซม. ยาว = ๔.๘ ซม.

∴ พท. สี่เหลี่ยมผืนผ้า = ๓.๕ × ๔.๘ ตร.ซม.

= ๑๖.๘ ตร. ซม.

ตอบ พท. สี่เหลี่ยมผืนผ้า ๑๖.๘ ตร. ซม.

ตัวอย่างที่ ๒ ห้องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าห้องหนึ่ง กว้าง ๓ เมตร
ยาว ๗ เมตร จงหาพท.ของห้อง.

กฎ พท. สี่เหลี่ยมผืนผ้า = กว้าง × ยาว.

ในที่นี้ความกว้างของห้อง = ๓ ม. ความยาว = ๗ ม.

$$\therefore \text{พท. ห่อง} = ๓ \times ๗ \text{ ตร. ม.}$$

$$= ๒๑ \text{ ตร. ม.}$$

ตอบ พนทห่อง ๒๑ ตารางเมตร

พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสก็คือรูปสี่เหลี่ยม
 ผืนผ้าที่มีด้านกว้างและด้านยาวเท่ากันหมด เพราะฉะนั้นกฎของการหา
 พนทจึงอาศัยกฎของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า.

$$\text{พท. ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า} = \text{กว้าง} \times \text{ยาว.}$$

$$\text{แต่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีด้านกว้าง} = \text{ด้านยาว.}$$

$$\therefore \text{พท. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส} = \text{กว้าง} \times \text{กว้าง.}$$

$$\text{หรือ} = \text{ยาว} \times \text{ยาว.}$$

$$= \text{ด้าน} \times \text{ด้าน.}$$

$$= (\text{ด้าน})^2 \quad (\text{หมายความว่า}$$

ว่าเขาความยาวของด้านคูณตัวเอง อ่านว่า ด้านกำลังสอง)

ตัวอย่าง ถ้ามีถนนเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสด้านหนึ่งยาว ๘ เมตร
 จงหาพนทของถนน.

$$\text{กฎ พท. ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส} = (\text{ด้าน})^2$$

$$= (๘)^2 = ๘ \times ๘ \text{ ตร. ม.}$$

$$= ๖๔ \text{ ตร. ม.}$$

$$\text{ข้อควรจำ พนทสี่เหลี่ยมผืนผ้า} = \text{กว้าง} \times \text{ยาว}$$

$$\text{พนทสี่เหลี่ยมจัตุรัส} = \text{ด้าน} \times \text{ด้าน} = (\text{ด้าน})^2$$

มาตราพันทเมตร

๑๐๐ ตร. มม.	(มม. ๒)	เป็น	๑ ตร. ซม.
๑๐๐ ตร. ซม.	(ซม. ๒)	,,	๑ ตร. คม.
๑๐๐ ตร. คม.	(คม. ๒)	,,	๑ ตร. ม.
๑๐๐ ตร. ม.	(ม. ๒)	,,	๑ ตร. คคม. (ชาร)
๑๐๐ ตร. คคม.	(คคม. ๒)	,,	๑ ตร. คม.
๑๐๐ ตร. คม.	(ค. ๒)	,,	๑ ตร. กม.
๑๐๐ ตร. กม.	(กม. ๒)	,,	๑ ตร. มรณ.

หรือ

๑๐ มิตติชาร	(มช.)	เป็น	๑ เซ็นติชาร
๑๐ เซ็นติชาร	(ซช.)	,,	๑ เดซิชาร
๑๐ เดซิชาร	(คช.)	,,	๑ ชาร
๑๐ ชาร	(ช.)	,,	๑ เดคาชาร

แบบฝึกหัดบทที่ ๓๔

๑. จงเขียนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่ ๑ ตารางนิ้ว แล้วแบ่งออกเป็นรูปย่อย รูปละ ๑ ตารางเซนติเมตร จงพิสูจน์ให้เห็นว่า ๑ ตารางนิ้ว = ๖.๒๕ ตารางเซนติเมตร.

๒. จงหาคำจำกัดความของตารางเมตร ตารางหลา ตารางวา.

๓. ให้ ๑ ตารางเซนติเมตร = ๑ ตารางวา จงเขียนรูปนา รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีพื้นที่ ๑ ไร่ (๔๐๐ ตารางวา)

จงเขียนรูปเงาของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามขนาดต่อไปนี้.

๔. กว้าง ๙.๓ ซม. ยาว ๑๐.๓ ซม.

๕. กว้าง ๗ เมตร ยาว ๑๑ เมตร ใช้สเกล .๕ ซม. = ๑ เมตร)

๖. กว้าง ๓.๕ นิ้ว ยาว ๖ นิ้ว.

จงหาเนื้อที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสซึ่งมีด้านหนึ่งยาว.

๗. ๑๕ นิ้ว ๘. ๗.๘ ซม. ๙. ๓๕ วา.

๑๐. ๒.๗ ม. ๑๑. ๓๑ ซม.

๑๒. พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีด้านกว้าง ๘ เมตร ยาว ๑๐.๕ เมตร
 ถ้าหาซื้อกระดาษวางเมตรละ ๑๕ สตางค์ จะต้องเสียค่า
 วัสดุห้องเท่าไร ?

๑๓. ถ้าไม้กบป็นท่อนสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งยาวด้านละ ๒๕ เมตร
 ๑๕ เมตร ๒๕ สตางค์ ถ้าจะไม้กบป็นท่อนสี่เหลี่ยมจะต้อง
 เสียเงินเท่าไร ?

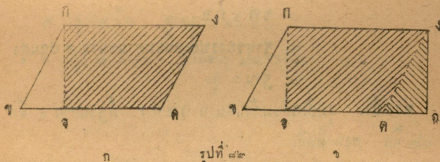
๑๔. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปหนึ่งมีด้านยาวทั้งสี่ด้าน ยาวรวม
 กัน ๒๕ เซนติเมตร ถ้าต้องการให้พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมนี้มากที่สุด
 จะต้องมีความกว้างเท่าไรและด้านยาวเท่าไร ?

๑๕. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปหนึ่ง มีด้านทั้งสี่ ยาวรวมกัน ๒๘ ม.
 ถ้ามาทำเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะได้พื้นที่เท่าไร ?

พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน คือรูปสี่เหลี่ยม ที่มีด้านตรงข้ามเท่ากันและขนานกัน ความจริงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าคือรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานนั่นเอง
 ต่างกันแต่ว่ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามันจะต้องมีมุมภายในเป็นมุมฉากเท่านั้น.

เขียนรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานเท่า ๆ กัน ต้องรูป และเขียนอีกรูปหนึ่งให้มีขนาดเท่ากันบนกระดาษอีกแผ่นหนึ่ง หรือบนเศษกระดาษก็ได้แล้วตัดออก ต่อมุมควารูปสี่เหลี่ยมด้านขนานนั้นคือรูปสี่เหลี่ยมก ข คง ดังรูป.



จาก ก ฉาก ก ข ให้ตั้งฉากกับ ขค แล้วตัด Δ ก ข จ ออก แล้วเอาไปวางต่อทางด้าน ขค (รูป ข) คือรูป Δ คง ฉ ใช้ทำหรือแบ่งแยกก็ได้ทำปัดต่อกันให้สนิท คราวนี้จะเห็นว่ารูปสี่เหลี่ยมด้านขนานนั้นกลายเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เมื่อเป็นดังนี้พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานเราก็หาได้.

ได้้น ขค เรียกว่าฐานของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ก ข กง.

ได้้น กจ ที่ลากมาตั้งฉากกับฐาน ขค เรียกว่าส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ก ข กง.

พท. ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ก ข กง.

$$= \text{พท. ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ก จ ฅ}$$

$$\text{ด้าน ขค} = \text{ด้าน จ ฅ}$$

เพราะเราตัด ขจ ไปต่อทาง ฅฅ

พท. ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ก ข กง

$$= \text{พท. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ก จ ฅ}$$

$$= \text{จ ฅ} \times \text{กจ}$$

$$= \text{ขค} \times \text{กจ}$$

$$= \text{ฐานของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน} \times \text{ส่วนสูง}$$

$$= \text{ฐาน} \times \text{สูง}$$

ตัวอย่าง รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ก ข กง มีฐานยาว ๓ นิ้ว
สูง ๑.๒ นิ้ว คงหาพท.

$$\text{กฏ พท. สี่เหลี่ยมด้านขนาน} = \text{ฐาน} \times \text{สูง}$$

$$\text{ในกรณีนี้ ฐานยาว ๓ นิ้ว สูง ๑.๒ นิ้ว}$$

$$\therefore \text{พท. ของสี่เหลี่ยมด้านขนาน ก ข กง} = ๓ \times ๑.๒ \text{ ตร.นิ้ว}$$

$$= ๓.๖ \text{ ตร. นิ้ว}$$

ตอบ พท. ของสี่เหลี่ยมด้านขนาน ก ข กง ๓.๖ ตร. นิ้ว

ข้อควรจำ พท. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน = สูง $\times$ ฐาน.

แบบฝึกหัดบทที่ ๓๕

๑. เขียนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสด้าน ๕ ซม. แล้วเขียนรูปสี่เหลี่ยม
ด้านขนานบนด้านนี้ ให้ส่วนสูงเป็น ๓ ซม. เปรียบเทียบพื้นที่ของ
รูปสี่เหลี่ยมทั้งสองนี้.

๒. จงเขียนรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานให้มีฐานยาว ๖ ซม. สูง
๓ ซม. แล้วหาพื้นที่โดยการคำนวณและการหารูป.

จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ตามขนาดดังต่อไปนี้:-

๓. สูง ๘ นิ้ว ฐานยาว ๑๒ นิ้ว

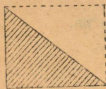
๔. สูง ๑ หลา ๓ นิ้ว ฐานยาว ๒ ฟุต.

๕. สูง ๕ นิ้ว ฐานยาว ๑๐ นิ้ว.

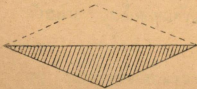
๖. สูง ๔ เมตร ฐานยาว ๑๒ เมตร.

พทขจรูปสำมเหลยม

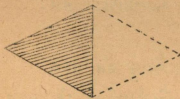
รูปสำมเหลยมคอรปวามรูปหนึ่งทตอมรอบดวยเส้นตรงสำมเส้น.
 เขยนรูปสำมเหลยม ๓ รูป รูปหนึ่งไทเบนรูปสำมเหลยมมุมฉาก
 (รูป ก) อกรปหนึ่งเบนรูปสำมเหลยมมุมบ้น (รูป ข) แล่อกร
 รูปหนึ่งเบนรูปสำมเหลยมมุมแหลม (รูป ค) แล่อประกอบรูปเหล่าน
 ใหเบนรูปสี่เหลยมคานขนานคังรูป.



รูป ก



รูป ข



รูป ค รูปที่ ๘๓

ใช้เคษกระดวขทวบจำดองรูป
 สี่เหลยมคานขนานเหล่านไป แล่อคค
 ออกเบนรูป ๆ ครวณคครูปสี่เหลยม
 คาน ขนาน เหล่าน ออกเบน รูป สำม
 เหลยมเส้นทระแยงมุม แล่อวางรูป
 สำมเหลยมท คคออกนทบกน ของรูป
 ไหนกรปนน ออย่าปนกัน จะเห็นว่ำรูป
 สำมเหลยม ทงสอง ของ รูปสี่เหลยม
 คานขนานรูปหนึ่ง ๆ นน ทบกัน คคท
 แล่อควมเนอทเทากน แล่อเอกรกระ
 ดวขท คคออก น บคดงบน รูปทเขยน
 ไว้ในลัมค จกการทคดองนเรวได้
 ผลอะไรบ้าง ? เรวจะพบว่ำ พทท

ของรูปสามเหลี่ยม นั้น เป็น ครึ่ง หนึ่งของ พื้นที่รูปสี่เหลี่ยม
ด้านขนาน'

∴ พท. ของรูปสามเหลี่ยม

$$= \frac{๑}{๒} (\text{พท. ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน})$$

$$= \frac{๑}{๒} (\text{ฐานของรูปสี่เหลี่ยม} \times \text{สูงของรูปสี่เหลี่ยม})$$

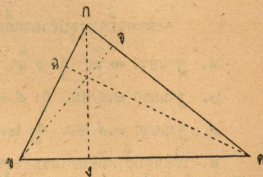
$$= \frac{๑}{๒} (\text{ฐานของรูปสามเหลี่ยม} \times \text{สูงของรูปสามเหลี่ยม})$$

หรือกล่าวง่าย ๆ พท. รูปสามเหลี่ยม = $\frac{\text{ฐาน} \times \text{สูง}}{๒}$

หมายเหตุ ๑. ส่วนสูง คำว่าส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมนี้
หมายความว่าเส้นตั้งฉากที่ลากจากมุมยอดมายังฐาน.

๒. ฐาน ฐานของรูปสามเหลี่ยม ก็คือ ด้านใด ด้านหนึ่ง ของ
รูปสามเหลี่ยมที่ปลายของเส้นตั้งฉากมาตั้งอยู่ เพราะฉะนั้นจึงได้แต่
โอกาสที่เส้นตั้งฉากจะตกไป.

ในสามเหลี่ยม ก ข ค
ก ข จ และ ค น เป็นเส้นตั้ง
ฉากจาก จุด ยอด ก. ข.
และ ค. ไปยังด้าน ขค กค
และ กข ตามลำดับ.



ส่วนสูงและฐานของรูปสามเหลี่ยม รูปที่ ๘๔

ถ้าคิดถึงเส้นตั้งฉาก กง ขค เรียกว่าด้านฐาน.

„ „ ขจ กก „ „

„ „ กฉ กข „ „

ตัวอย่าง รูปสามเหลี่ยม รูปหนึ่ง วัดด้าน ฐานได้ยาว ๑๕ ซม.
เส้นตั้งฉากลากมายังด้านวัดได้ ๘ ซม. รูปสามเหลี่ยมนี้มีพื้นที่เท่าไร?

$$\text{กฎ} \quad \text{พท. สามเหลี่ยม} = \frac{\text{ฐาน} \times \text{สูง}}{๒}$$

ในที่นี้ ฐานยาว ๑๕ ซม. สูง ๘ ซม.

$$\therefore \text{พท. สามเหลี่ยม} = \frac{๑๕ \times ๘}{๒} \text{ ตร. ซม.}$$

$$= ๖๐ \text{ ตร. ซม.}$$

ตอบ พท. สามเหลี่ยม ๖๐ ตร. ซม.

$$\text{ข้อควรจำ} \quad \text{พื้นที่สามเหลี่ยม} = \frac{\text{ฐาน} \times \text{สูง}}{๒}$$

แบบฝึกหัดบทที่ ๓๖

จงหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมดังต่อไปนี้ :-

๑. ฐานยาว ๑๐ นิ้ว สูง ๖ นิ้ว.

๒. ฐานยาว ๘.๕ ซม. สูง ๕.๓ ซม.

๓. ฐานยาว ๓.๕ ซม. สูง ๒.๑ นิ้ว.

๔. เขียนรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานรูปหนึ่ง ลากเส้นทแยงมุม แล้ว
หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมบนฐานนี้ เนื้อของสี่เหลี่ยมด้านขนานจะ
เป็นเท่าไร ?

๕. เขียนรูปสามเหลี่ยมหลายรูปบนฐานที่เท่ากัน และให้อยู่ใน
เส้นขนานร่วมกัน วัดด้านฐานและตั้งวงสูง แล้วหาพื้นที่และเปรียบ
เทียบผล.

๖. เขียนรูปสามเหลี่ยมใหม่ด้านยาว $4\frac{1}{2}$, ๕ และ ๓ นิ้ว เม
ถ้าดับฉากเส้นตั้งฉากจากจุดยอดไปยังด้านตรงข้ามแล้ว.

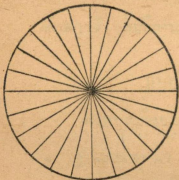
(ก) วัดความยาวของเส้นตั้งฉากทุกเส้น,

(ข) หาพื้นที่ของสามเหลี่ยมนั้นโดยใช้ด้านฐานต่าง ๆ กันแล้ว
แล้วเปรียบเทียบผล.

บทที่ ๓๗

พนักงกลม

หากกระดาษกลม ๆ มาแผ่นหนึ่ง จะเป็นกระดาษปัดขวด เช่น ขวดเบียร์นมตราหมีก็ได้ หรือกระดาษกรองก็ได้ แล้วพับกระดาษนั้น เป็นสองส่วนให้เส้นรอบวงทับกันพอดี ส่วนหนึ่ง ๆ เรียกว่าครึ่งวงกลม พับต่อไปอีกจะได้เป็นรูปสี่รูป ถ้ากางกระดาษออกจะปรากฏ เส้นสี่เส้นพบกันที่จุดศูนย์กลาง มุมระหว่างเส้นสองเส้นที่จุดศูนย์กลาง จะกางเป็นมุมฉาก ส่วนหนึ่ง ๆ มีเนื้อที่เป็น $\frac{1}{4}$ ของเนื้อของกลม ถ้าเรา พับกระดาษนั้นให้เล็กลงต่อไปอีกหลาย ๆ พับ แล้วคลี่ดู จะปรากฏ



วงกลมที่แบ่งออกเป็นรูป สามเหลี่ยมฐานโค้ง รูปที่ ๓๕

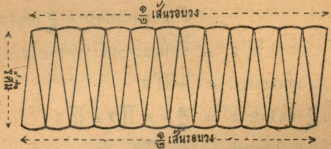
เอากระดาษที่พับนั้นมาคลี่ออก

เป็นรูปเล็ก ๆ หลายรูป รูปเหล่านี้ คล้ายรูปสามเหลี่ยม ต่างกันแต่มีด้าน หนึ่งโค้ง จึงเรียกว่ารูปสามเหลี่ยม ฐานโค้ง (sector).

ถ้าเราพยายาม ทำให้รูปสาม- เหลี่ยมฐานโค้งนี้เล็ก ๆ ลงไปอีก ฐาน ที่โค้งอยู่นั้น จะโค้งน้อยที่สุด.

วิธีหาพนักงกลมโดย การตัด

ตัดแบ่งครึ่งตามแนวพับกลมคราว แรก แล้วตัดซอยออกเป็นรูปสามเหลี่ยมฐานโค้งเล็ก ๆ ตามรอยพับ แล้วจึงเอากระดาษที่ตัดออกนั้นมาแบ่งแยกเรียงติดบนกระดาษอีกแผ่น



รูปสามเหลี่ยมฐานโค้งที่ตัดออกจากวงกลมนำมาเรียงกัน รูปที่ ๘๖

หนึ่ง เรียงชั้นหัวชนท้ายตามรูป เมื่อเสร็จแล้วจะปรากฏเป็นรูปสี่เหลี่ยม
ด้านขนาน ก ข คง ชน แต่ด้าน ก ข และ คง ไม่เรียบนั้นคงมีส่วนโค้ง
ปรากฏอยู่บ้าง ถ้าเราตัดรูปนั้นออกโตเกินไป.

พท. ของวงกลม = พท. ของรูป ก ข คง.

ถ้าเราตัดซอยออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมฐานโค้งให้เล็กที่สุดที่จะเล็ก
ได้ และนำมาบิดเรียงดังกล่าวแล้ว ด้าน ก ข และ คง จะกลายเป็นเส้น
ตรง และมุมที่ ข และ ง ก็จะกลายเป็นมุมฉาก ดังนั้นรูป ก ข คง
ก็จะกลายเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะ
เท่ากับพื้นที่ของวงกลมที่เราแบ่งมา นอกจากนั้นเมื่อมุมที่ ง เป็นมุม
ฉาก ก ง ก็จะฉากกับ คง กง ซึ่งเดิมเป็นรัศมีของวงกลมกลายเป็น
ส่วนกว้างของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และด้าน ก ข ซึ่งเป็นครึ่งหนึ่งของ
เส้นรอบวงของวงกลม ก็กลายเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า.

$$\begin{aligned} \therefore \text{พท. วงกลม} &= \text{พท. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า} \\ &= \text{กว้าง} \times \text{ยาว} \\ &= \text{กง} \times \text{กข} \end{aligned}$$

$$= \text{รัศมีของวงกลม} \times \frac{๑}{๒} \text{ เส้นรอบวง}$$

$$\text{ให้ } r = \text{รัศมีและตามที่เราทราบในบทก่อน}$$

$$\text{เส้นรอบวง} = ๒ \pi r$$

$$\text{ดังนั้น } \frac{๑}{๒} \text{ เส้นรอบวง} = \frac{๑}{๒} \times ๒ \pi r = \pi r$$

$$\therefore \text{พท. วงกลม} = r \times \pi r$$

$$= \pi r^2$$

ตัวอย่าง เบ้าวงกลมอันหนึ่ง มีเส้นผ่าศูนย์กลางยาว ๑.๔ ซม.

จะมณฑกเท่าไร? ($\pi = \frac{๒๒}{๗}$)

$$\text{กฏ พท. วงกลม} = \pi r^2$$

$$\text{ในที่นี้ } \pi = \frac{๒๒}{๗} \text{ ร} = \frac{๑.๔}{๒} = ๗ \text{ ซม.}$$

(เพราะรัศมีเป็นครึ่งหนึ่งของเส้นรอบวง)

$$\therefore \text{พท. เบ้ากลม} = \frac{๒๒}{๗} \times ๗ \times ๗ \text{ ตร. ซม.}$$

$$= ๑๕๔ \text{ ตร. ซม.}$$

$$\text{ตอบ พท. วงกลม} = ๑๕๔ \text{ ตร. ซม.}$$

$$\text{ข้อควรจำ พท. วงกลม} = \pi r^2 \text{ (ร. เป็นรัศมี)}$$

แบบฝึกหัดบทที่ ๓๗

๑. เขียนวงกลมวงหนึ่งให้รัศมี ๕ ซม. แล้วหาพื้นที่โดยการ
คำนวณและการนับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส.

๒. วงกลมที่มีเส้นรอบวง ๑๐๐ ซม. จะหาพื้นที่เท่าไร?

๓. จงหาพื้นที่ของวงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางยาว ๑๓.๖ ซม.

๔. จงหาพื้นที่ของวงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางยาว ๒.๑ ซม.
๕. จงหาพื้นที่ของวงกลมที่มีเส้นรอบวงยาว ๓๒๕ นิ้ว.
๖. จงหาพื้นที่ของวงกลมที่มีรัศมียาว.
- ก. ๔ นิ้ว ข. ๒๒ วา ค. ๑๒ หลา.
๗. กระดาษแผ่นหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ ๘ ซม. ตัดออกเป็นวงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางยาว ๗ ซม. จงหาพื้นที่กระดาษที่เหลือ.
๘. ถ้านามวงกลมที่มี ๓ วา ต้องการชุดถ้วยกระเบื้องให้เต็ม ด้วยถ้วยกระเบื้องตารางวาละ ๒๕ ถังต่าง ๆ จะสิ้นเงินเท่าไร?

การหาปริมาตร

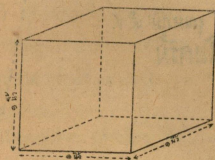
ขณะที่เรารู้ว่าเส้นผ่าศูนย์กลาง เราหาคิดถึงความยาวของเส้นที่เราใช้สักอย่างเดียว เมื่อเรางเวียนอยู่ในห้องเรียนเราคิดถึงพื้นที่ของห้องว่ากว้างขวางใหญ่โตเพียงไร และพอพูดถึงพื้นที่เราก็มองเข้าใจกันมาก่อนว่าเราหมายถึงความกว้าง และความยาวของห้องรวมกันไป แต่คราวนี้เมื่อท่านผู้ปกครองให้เรารับประทานยาน้ำ ท่านนี้ได้ให้เราในถ้วยหรือได้ช้อนโต๊ะ เราเคยเข้าใจว่าอย่างไรบ้าง?

เราเมื่อไม่ยอมรับประทานยา เราคิดว่ายาในถ้วยหรือในช้อนนั้นมาก อะไรทำให้เราเข้าใจอย่างนั้น ความยาวของช้อนโต๊ะที่ใช้หรือหรือว่าทั้งความกว้างของช้อนและความยาวรวมกัน? ไม่ใช่ ก็อย่างนั้นอะไรเล่า? ทุกคนคงตอบว่าจำนวนยาที่เบี่ยมอยู่ในช้อนนั้นช้อนยิ่งใหญ่มากได้มาก ความจุของช้อนนั้นเขาคิดกันอย่างไร?

ในเรื่องยาตามบ้านเรามักใช้ดวงด้วยช้อนคือได้ช้อน หรือถ้วยดวงที่ร้านขายยาทำจำหน่าย มีหน่วยจำกัดเช่นช้อนชาบ้าง ช้อนหวานบ้าง ช้อนโต๊ะบ้าง ในการปฏิบัติจริง ๆ นั้น นายแพทย์ผู้ผสมยาใช้ดวงด้วยหน่วยของความจุหรือหน่วยปริมาตร เรียกว่า ลูกบาศก์หน่วย เช่น ๑ ลูกบาศก์เซนติเมตร (ลบ.ซม.) หรือลูกบาศก์นิ้ว (ลบ.น.) เป็นต้น แต่ทว่านักวิทยาศาสตร์ใช้วัดเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร.

ในบทก่อนเราพูดถึงพื้นที่ ๑ ตารางเซนติเมตร หรือ ๑ ตารางนิ้ว มาแล้ว นั้นเราพูดถึงหน้าราบของมันไม่ได้พูดถึงส่วนสูงหรือส่วนหนาของมันด้วย ถ้าเราหีบหรือกระป๋องอยู่ และพูดถึง ความจุ หรือ ปริมาตร ของมัน เราจะพูดถึงเพียงพื้นที่ของก้นหีบ ฝาหีบ หรือ ข้างหีบไม่ได้ เราต้องคิดถึงความกว้างภายในหีบที่เราจะบรรจุของลงไปได้ และโดยเหตุนี้เราจะต้องคิดถึงส่วนสูงของหีบด้วย.

สรุปความว่าการวัดปริมาตรของสิ่งใดก็คือการวัดขนาดของสิ่งนั้นโดยรอบ คือวัดทั้งความกว้าง ความยาว และความสูงหรือความหนาของวัตถุนั้นด้วย คำว่าลูกบาศก์นั้นจะต้องประกอบด้วยหน้า ๖ หน้า เหลี่ยม ๑๒ เหลี่ยม และมีมุม ๘ มุม เช่น ลูกเต๋า เป็นต้น.



• ลบ. นิ้ว

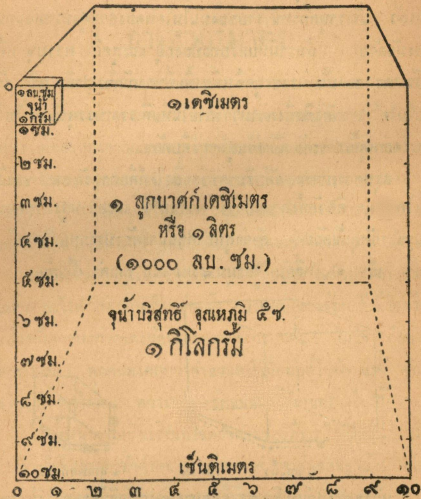
รูปที่ ๘๓



• ลูกบาศก์ซม.

หนึ่งลูกบาศก์เซนติเมตร คือขนาดของวัตถุที่มีด้านกว้างยาวและสูงอย่างละ ๑ เซนติเมตร.

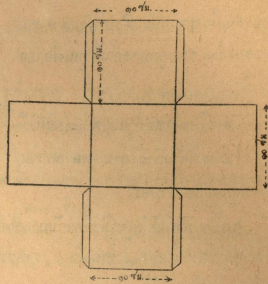
หนึ่งลูกบาศก์นิ้ว คือขนาดของวัตถุที่มีด้าน กว้าง ยาว และสูงอย่างละ ๑ นิ้ว



๑ เดซิเมตรลูกบาศก์ หรือ ๑ ลิตร รูปที่ ๘๘

หากกระดาษที่เขาคัดตารางไว้เรียบร้อยแล้ว เช่นกระดาษกราฟ
มาแผ่นหนึ่ง แล้วตัดออกอย่างในรูปให้ด้านหนึ่ง ยาว ๑๐ ซม.

ส่วนที่ขีดออกมา
นั้นเป็นส่วนนอก ใช้
สำหรับประกอบให้เป็น
รูปเท่านั้น เมื่อทำ
เสร็จแล้วใช้กาบ บิดให้
เรียบร้อย แล้วทำอีก
ลูกหนึ่ง แต่ให้ความ
ยาวของด้านบน ๑ เซ็น
ติเมตร และประกอบ



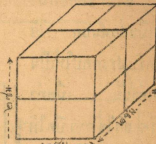
ให้เป็น ลูก บาศก์ เช่น กระจกแข็งสร้าง ๑๐ ซม. ลูกบาศก์ รูปที่ ๔๘
เดียวกัน ลูกบาศก์เดียวกันจะมีปริมาตร ๑ ลบ. ซม. ลองเอาวางเทียบ
กับลูกบาศก์ลูกใหญ่แล้วนับจำนวนดู จะปรากฏว่า ลูกบาศก์ใหญ่นั้น
บรรจุลูกบาศก์เล็กได้ ๑๐๐๐ ลูก หรือลูกบาศก์ใหญ่นั้นมีปริมาตร
๑๐๐๐ ลบ. ซม.

เมื่อทำด้วยกระดาษได้ดังแล้ว ต้องทำด้วยวัตถุอื่นบ้าง เช่น
ทำด้วยสิ่งกะทัดรัดจนน้ำได้จริง ๆ และเมื่อทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ลอง
ใช้ตวงเทียบกับเครื่องตวงนียมทนยืมใช้กันตามตลาดให้เห็นคติตา.

วิธีหาปริมาตร ทำไม้ลูกบาศก์ให้มีปริมาตร ๑ ลบ. ซม. ตัก
๘ ลูก แล้วเอามาเรียงเข้าดังในรูป เราจะได้ลูกบาศก์ใหญ่ที่มีด้านเท่า
กับ ๒ ซม. ทุกด้าน และพื้นที่ด้านหน้าเท่ากับ ๔ ตารางเซนติเมตรเท่ากับ
หมด จากนั้นเราจึงเห็นว่า ปริมาตรของลูกบาศก์นั้นคือปริมาตรของ

ลูกบาศก์เล็กๆ รวมกัน ซึ่งเท่ากับเอาความยาว ของด้าน ของ ลูกบาศก์ นั้น คูณตัวเอง ๓ ครั้ง.

ปริมาตรของลูกบาศก์ = (ด้าน)^๓
(อ่านว่าด้านกำลังสาม หมายความว่า



ว่าด้านคูณตัวเองสามครั้ง)

๔ ลบ.ซม. หรือ ๒ ซม. ลูกบาศก์
รูปที่ ๕๐

กฎนี้เรายังมีข้อพิสูจน์ดังที่หากันมาแล้ว คือลูกบาศก์ที่เราสร้างให้ด้านยาวด้านละ ๑๐ ซม. นั้น เราบรรจุลูกบาศก์เช่นนี้เต็มไปได้ ๑๐๐๐ ลูกพอดี นั่นก็คือ.

$$\begin{aligned}\text{ปริมาตรของลูกบาศก์ใหญ่} &= (\text{ด้าน})^3 = ๑๐^3 \text{ ลบ.ซม.} \\ &= ๑๐ \times ๑๐ \times ๑๐ = ๑๐๐๐ \quad ,,\end{aligned}$$

ในการตรวจสอบของเหลว จำนวนปริมาตร ๑๐๐๐ ลบ.ซม. นี้เราเรียกว่า ๑ ลิตร

ดังนั้น ๑ ลิตรก็คือของเหลวที่มีปริมาตร ๑๐๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร
นี่หนัก น้ำดังกล่าวถ้าทำเป็นลูกบาศก์ที่มีปริมาตร ๑ ลิตร มาซึ่งตัว
แล้วจุดน้ำหนักไว้แล้วควรวนเขาไปตวงน้ำหนักแล้วมา ซึ่งได้อีกได้
น้ำหนักเท่าไรเขาน้ำหนักของลูกบาศก์ดังกล่าวแรกหักออก น้ำหนัก
ที่เหลือจะหนัก ๑๐๐๐ กรัม

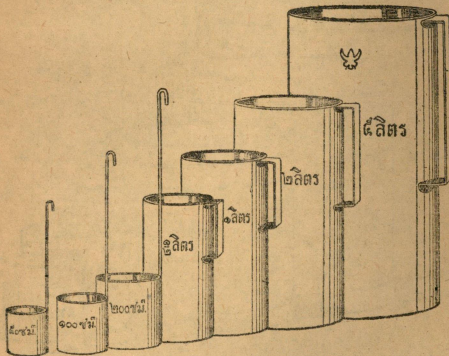
น้ำหนักปริมาตร ๑ ลิตรคือ ๑๐๐๐ ลบ.ซม. มีน้ำหนัก ๑๐๐๐ กรัม
หรือ ๑ กิโลกรัม.

เพราะฉะนั้นน้ำหนัก ๑ กรัม ก็คือน้ำหนักของน้ำบริสุทธิ์ที่มีปริมาตร

๑ ซม.ซม.

มาตรวจดู ปริมาตร น้ำหนักและหน่วยเมตริก

๑. ความจุ คือ ลิตร เป็นขนาดเท่ากับ ๑ ลูกบาศก์เดซิเมตร (๑๐๐๐ ซม.ซม.)
๒. ปริมาตร คือ สแตร์ เป็นความจุเท่ากับ ๑ ลูกบาศก์เมตร (๑๐๐๐ ลิตร)
๓. น้ำหนัก คือ กรัม เท่ากับน้ำหนักของน้ำบริสุทธิ์อุณหภูมิ ๔ ซี. ๑ ลูกบาศก์เซนติเมตร.



เครื่องตวงของเหลว รูปที่ ๕๑

ความจำ

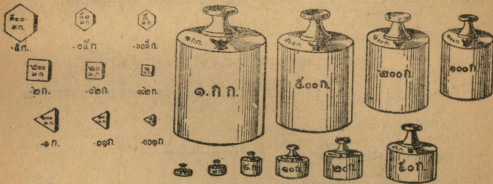
๑๐	มิตติติตร (มต.)	เป็น	๑	เซ็นติติตร
๑๐	เซ็นติติตร (ชต.)	„	๑	เดซีติตร
๑๐	เดซีติตร (คต.)	„	๑	ติตร
๑๐	ติตร (ต.)	„	๑	เดคาติตร
๑๐	เดคาติตร (คคต.)	„	๑	เฮกโตติตร
๑๐	เฮกโตติตร (ชคต.)	„	๑	กิโลติตร
๑๐	กิโลติตร (กต.)	„	๑	มิเรย์ติตร (มรต.)



เครื่องตวงของแห้ง รูปที่ ๕๒

ปริมาณ (ของแห้ง)

๑๐๐๐ ตบ.มม. (มม. ^๓)	๑ เป็น	๑ ตบ.ทม.
๑๐๐๐ ตบ.ทม. (ทม. ^๓)	,,	๑ ตบ.คม.
๑๐๐๐ ตบ.คม. (คม. ^๓)	,,	๑ ตบ.ม.(สเตร)
๑๐๐๐ ตบ.ม. (ม. ^๓)	,,	๑ ตบ.คคม.
๑๐๐๐ ตบ.คคม. (คคม. ^๓)	,,	๑ ตบ.ชม.
๑๐๐๐ ตบ.ชม. (ชม. ^๓)	,,	๑ ตบ.กม.
๑๐๐๐ ตบ.กม. (กม. ^๓)	,,	๑ ตบ.มรม.



คัมภีร์น้ำหนัก รูป ๕๓

หรือ

๑๐ มตติงคแคร์ (มต.)	๑ เป็น	๑ เซ็นติคแคร์
๑๐ เซ็นติคแคร์ (ซต.)	,,	๑ เดซิคแคร์
๑๐ เดซิคแคร์ (ดต.)	,,	๑ คแคร์
๑๐ คแคร์ (ค.)	,,	๑ เดคาแคร์

น้ำหนัก

๑๐ มิตติกรัม (มก.)	เป็น	๑ เซ็นติกรัม
๑๐ เซ็นติกรัม (ชก.)	,,	๑ เดซิกรัม
๑๐ เดซิกรัม (ดก.)	,,	๑ กรัม
๑๐ กรัม (ก.)	,,	๑ เดคากรัม
๑๐ เดคากรัม (ดก.)	,,	๑ กิโลกรัม
๑๐ กิโลกรัม (กก.)	,,	๑ มิวรี่กรัม (มรก.)

แบบฝึกหัดบทที่ ๓๘

๑. จงให้คำจำกัดความของลูกบาศก์เมตร ลูกบาศก์ฟุต และลูกบาศก์กม.

๒. สร้างลูกบาศก์ด้วยกระดาษแข็ง ให้มีปริมาตรหนึ่งลูกบาศก์ฟุตกับหนึ่งลูกบาศก์นิ้ว แล้วเทียบนับจำนวนดูว่าหนึ่งลูกบาศก์ฟุตมีลูกบาศก์กม. กว.

๓. จงแสดงวิธีหาปริมาตรของลูกบาศก์.

๔. คำต่อไปนี้มีหมายความว่าอะไร? ๑ ดีตร ๑ ลบ.ซม. ๑ กรัม.

๕. จงแสดงวิธีคำนวณหาว่า ๑ ลูกบาศก์เดคาเมตรนั้นจุได้กี่ดีตร?

๖. จงบวก ๑๕ กก., ๓๒ ดกก., ๑๒๔๕ ก., ๘๕ ชก. เข้าด้วยกัน.

๗. นาวรีต ๑๕ ลบ.ซม. มีน้ำหนักกี่กรัม?

๘. นา ๓ ดีตร ๖ เดซิดีตร มี ก. ลบ.ซม.

การวัดเวลาและความเร็ว

ใครเคยนึกสงสัยหรือเปล่าว่า ในขณะที่นั่งเรียนกันอยู่ในห้อง
นั้นทำไมโรงเรียนจึงต้องตักตวงด้วย เขาคู่เพื่ออะไร? ทุกคนคง
ตอบได้ว่าเขาคู่เพื่อบอก เวลาว่าเรียนไปนานเท่าไร ควรเปลี่ยนวิชา
เรียนใหม่หรือยัง? เขาคู่เวลาจากนาฬิกา เพราะสมัยนั้นเขาใช้นาฬิกา
เป็นเครื่องบอกเวลา.

สมัยก่อนโน้นเขาใช้อะไรวัดเวลา? คนโบราณใช้เครื่อง
มือที่สร้างขึ้นอย่างง่าย ๆ เป็นเครื่องวัด เช่น นาฬิกาแดด นาฬิกา
ทราย และนาฬิกาน้ำ เป็นต้น. เครื่องมือเหล่านั้นบางอย่างก็ใช้ได้แต่
กลางวัน เช่น นาฬิกาแดด. เขาใช้ไม้ปักไว้กลางแจ้งแล้วคอยสังเกต
เงาไม้ว่า เวลาเช้า กลางวัน และบ่าย เงาเคลื่อนที่ไปอยู่ที่ใดก็ทำเครื่องหมายไว้ พอวันใหม่เงาของไม้ไปอยู่ตรงเครื่องหมายได้ก็บอกว่าเป็น
เวลานั้นเวลานั้น แต่นาฬิกาแดดดังกล่าวนี้จะให้ผลตรงกันเสมอไปทุกวัน
อย่างน้อยนาฬิกาที่เราใช้กันปัจจุบันนี้ยอมไม่ได้เลยเอง.

แต่ก่อนระยะเวลาด่วนหนึ่ง เขาใช้สังเกตระยะเวลาที่ดวงอาทิตย์
ขึ้นครั้งแรก. จนกระทั่งตกหายไปไม่เห็นแสงอาทิตย์แล้วขึ้นมาให้เห็นอีก
เป็นครั้งที่สอง. เพราะเมื่อเราเห็นแสงอาทิตย์ขึ้นครั้งแรก จนเห็น
อีกเป็นครั้งที่สองนั้น โลกได้หมุนรอบตัวเองครบรอบแล้ว. ดังนั้น
เวลา ๑ วัน. ก็คือเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเองรอบหนึ่ง.

ต่อมาเมื่อชาวอเมริกายุติกัน จึงมีผู้คิดสร้างนาฬิกาแบบที่ใช้กันในปัจจุบันนี้ และแบ่งระยะเวลาวันหนึ่งออกเป็น ๒๔ ส่วนเท่า ๆ กัน คือกลางวัน ๑๒ ส่วน. กลางคืน ๑๒ ส่วน ส่วนหนึ่งเรียกว่า ๑ ชั่วโมง โดยเหตุนี้ วันหนึ่งจึงมี ๒๔ ชั่วโมง

ใน ๑ ชั่วโมงยังแบ่งออกเป็น ๖๐ ส่วนเท่า ๆ กันอีก ส่วนหนึ่ง ๆ เรียกว่า ๑ นาที.

และ ๑ นาทียังแบ่งออกเป็น ๖๐ ส่วนเท่า ๆ กัน ส่วนหนึ่ง ๆ เรียกว่า ๑ วินาที.

ในปัจจุบันนี้การนับเวลาในวันหนึ่ง เริ่มนับตั้งแต่ชั่วโมงหลังจากเที่ยงคืนเป็นชั่วโมงแรก เรียกว่า ๑ นาฬิกา ๒ นาฬิกา ๓ นาฬิกา ฯลฯ ไปตามลำดับ จนครบ ๒๔ นาฬิกา คือถึงเที่ยงคืน จึงนับเป็นวันหนึ่ง.

ความเร็ว เวลาที่นักเรียนเดินทางไปโรงเรียน ย่อมพบกับความเร็วของยานพาหนะอยู่ตลอดเวลา ยานบางชนิดมีความเร็วมาก บางชนิดมีความเร็วน้อย ต่างกันแต่การเคลื่อนที่ ถ้าเราไปยืนอยู่ทางรถไฟและมีรถไฟผ่านไป เราจะรู้สึกว่ารถไฟนั้นเดินเร็ว คือเราคิดถึงความเร็วหรือผลท่าของรถไฟนั้นเมื่อเดินผ่านหน้าเราไป.

เราพูดถึงความเร็วของรถไฟหรือของสิ่งใด ๆ เราจะพูดแต่ระยะทางอย่างเดียวไม่ได้ เราต้องพูดถึง เวลา ควบไปด้วย เช่นเรากล่าววารถยนต์คันหนึ่ง ๑๐๐ กิโลเมตร รถยนต์คันนั้นอาจวิ่งเร็วหรือเป็นรถแข่งก็ได้ ถ้าเวลาวิ่งไม่ถึงชั่วโมง หรืออาจช้าหรืออาจเป็นรถบดถนน

ก็ได้ ถ้าใช้เวลาดังมากเช่นวิ่งตลอดทางนับถึง ๑๕ ชั่วโมงเป็นต้น
ดังนั้นจึงจำไว้ว่าความเร็วของสิ่งใดก็ตาม เราวัดด้วยหน่วย ๒ หน่วย
คือ ระยะทางกับเวลา เสมอ.

อัตราความเร็วของรถยนต์ หรือสิ่งต่างๆ มักนิยมพูดถึงระยะ
ทางที่วิ่งได้ในกำหนดเป็นหนึ่งชั่วโมง เช่นรถไฟวิ่งได้ชั่วโมงละ ๓๐ ไมล์
รถยนต์วิ่งได้ชั่วโมงละ ๔๕ กิโลเมตร คนเดินได้ชั่วโมงละ ๔ ไมล์
เป็นคน ทั้งหมดหมายความว่า ถ้าปล่อยให้รถไฟหรือรถยนต์หรือคนเดิน
เต็มทางชั่วโมง จะได้ทางตามที่กล่าวไว้ แต่ถ้าเวลาเพิ่มขึ้น เช่นเป็น
๒ ชั่วโมง ระยะทางก็เพิ่มขึ้นเป็น ๒ เท่าด้วย หรือถ้าเวลาลดลงครึ่ง
ชั่วโมง ระยะทางก็ลดลงครึ่งหนึ่งด้วย เพราะฉะนั้นเราจึงจำต้อง
รู้จักวิธีหอนความเร็วของสิ่งต่างๆ ดังตามเวลาที่กำหนดน้อยๆ.

รถไฟคันหนึ่งวิ่งจากกรุงเทพฯ ถึงฉะเชิงเทราได้ทาง ๑๓๐ กม. ใช้
เวลา ๔ ชั่วโมง ๒๐ นาที เวลาเราพูดถึงอัตราเร็วของรถไฟ เราหอน
เป็นความเร็วในหนึ่งชั่วโมงดังนี้.

เวลา ๔ ชั่วโมง ๒๐ นาที หรือ $4\frac{2}{3}$ ชั่วโมงรถไฟวิ่งได้ทาง ๑๓๐ กม.

∴ เวลา ๑ ชั่วโมงวิ่งได้ทาง $\frac{130 \times 3}{13} = \frac{390}{13}$ กม. = ๓๐ กม.

รถไฟคันนี้วิ่งได้เร็วชั่วโมงละ ๓๐ กิโลเมตร.

ในบางครั้ง เราต้องการทราบความเร็วในระยะอันสั้นเช่น ๑ นาที
หรือ ๑ วินาที เราต้องหอนความเร็วดังต่อไปนี้.

เวลา ๑ ชั่วโมงมี ๖๐ นาที และ ๑ นาที มี ๖๐ วินาที

ใน ๑ ชั่วโมง หรือ ๖๐ นาที รถไฟคันหนึ่งวิ่ง ๓๐ ไมล์

๒๐๔

ในเวลา ๑ นาที รถไฟคันนั้นวิ่ง $\frac{30}{60} = \frac{1}{2}$ ไมล์

หรือ $\frac{๑๓๖๐}{๓} = ๔๕๐$ หลา

๑ นาที หรือ ๖๐ วินาที วิ่งได้ ๔๕๐ หลา

๑ วินาที วิ่งได้ $\frac{๔๕๐}{๖๐} = \frac{๑๕}{๓}$ หลา

หรือ $\frac{๑๕}{๓} \times ๓ = ๑๕$ ฟุต

ดังนั้นถารถไฟคันนั้นมีความเร็ว ๓๐ ไมล์ต่อชั่วโมง ก็มีความเร็ว ๔๕๐ หลา ต่อ ๑ นาที หรือ ๑๕ ฟุต ต่อ ๑ วินาที การทอนความเร็วของรถไฟได้แสดงให้เขียนขึ้น ๆ แต่ในการ ทอนจริง ๆ หรือการคำนวณเพื่อให้เห็น เราจะต้องต่อไป

ตัวอย่างที่ ๑ จงทอนความเร็วของรถไฟที่วิ่งได้ชั่วโมงละ ๖๐ กิโลเมตร ให้เป็นความเร็วใน ๑ วินาที

๑ ชั่วโมงมี $๖๐ \times ๖๐ = ๓๖๐๐$ วินาที

๑ ชั่วโมงหรือ ๓๖๐๐ วินาที รถไฟวิ่งได้ทาง ๖๐ กม.

ในเวลา ๑ วินาที รถไฟวิ่งได้ทาง $\frac{๖๐}{๓๖๐๐} = \frac{๑}{๖๐}$ กม.

หรือ $= \frac{๑}{๖๐} \times ๑๐๐๐ = ๑๖\frac{๒}{๓}$ ม.

ตอบ รถไฟมีความเร็ว $๑๖\frac{๒}{๓}$ เมตร ในเวลา ๑ วินาที

ตัวอย่างที่ ๒ นาย ก. วิ่งได้ทาง ๒๔๐ เมตร ใช้เวลา ๔ นาที จงหาว่าใน ๑ นาที และ ๑ วินาที นาย ก. วิ่งได้ทางเท่าไร.

ในเวลา ๔ นาที นาย ก. วิ่งได้ทาง ๒๔๐ เมตร

,, ๑ ,, ก. ,, $\frac{๒๔๐}{๔} = ๖๐$ เมตร

ในเวลา ๑ วินาที นาย ก. จึงได้ทาง $\frac{60}{60} = ๑$ เมตร

ตอบ { นาย ก. จึง ๑ นาทีได้ทาง ๖๐ เมตร
 { นาย ก. จึง ๑ วินาทีได้ทาง ๑ เมตร

เราควรสนใจในความเร็วของสิ่งต่าง ๆ เป็นต้นว่ารถยนต์
 เรือกลไฟ เรือบิน หรือสถิติการกีฬา แล้วจัดรักษาไว้ดู เพื่อเปรียบ
 เทียบกับความเร็วเมื่อเราพบคราวหลัง ในต่างประเทศเขานิยมนับถึ
 ผนึกความสามารถทำความเร็วได้เป็นยอชดเยี่ยม เช่นอย่างพระองค์เจ้า
 พรพงศ์ภาณุเดช ซึ่งไปทำการแข่งรถยนต์ในยุโรป มีผลพระหัตถ์
 เป็นเลิศ ได้รับตราทองจากสมาคมแข่งรถถึง ๓ ปีติด ๆ กัน ประชาชน
 ทั้งต่างประเทศและชาวไทยต่างยินดียกย่องชมเชยในความสามารถ.

แบบฝึกหัดบทที่ ๓๘

จงทอนอัตราเร็วต่อไปนี้

๑. ๔๘ ไมล์ต่อชั่วโมง ให้เป็นหาค่าอนาห์.
 ๒. ๓๒ กิโลเมตรต่อชั่วโมง ให้เป็น เมตรต่อวินาที.
 ๓. ๔๐ เส้นต่อ ๑๕ นาที ให้เป็นเส้นต่อ ๑ ชั่วโมง.
 ๔. ๕ เมตรต่อวินาที ให้เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง.
 ๕. ๕๐ ไมล์ต่อ ๒๒ ชั่วโมง ให้เป็นฟุตต่อวินาที.
 ๖. ๑ วัน ๑ ชั่วโมง ๑ นาที ๑ วินาทีหมายความว่าอย่างไร?
 ๗. ความเร็วกับอัตราเร็วต่างกันอย่างไร ?
 ๘. จงทำเวลาต่อไปนี้เป็นวินาที.
- (ก) ๕ ชั่วโมง ๑๒ นาที (ข) ๒ ชั่วโมง ๓๖ วินาที

พิมพ์ที่โรงพิมพ์อานวยศิลป์ ปากคลองตลาด จังหวัดพระนคร

นายจิตร หังสุบุตร ผู้พิมพ์โฆษณา พ.ศ. ๒๔๘๗

ตำราวิทยาศาสตร์

เรียบเรียงโดย

พระดรณพยุหรักษ์

วิชาฟิสิกส์เบื้องต้น

เล่ม ๑ เมคานิกส์กับไฮโดรสแตติกส์	๓.๕๐
ภาคเมคานิกส์	๓.๐๐
ภาคไฮโดรสแตติกส์	๑.๕๐
เล่ม ๒ ความร้อน	๑.๕๐
เล่ม ๓ แสงสว่าง	๒.๐๐
เล่ม ๔ เสียง (หัวข้อ)	๐.๕๐
เล่ม ๕ แม่เหล็กไฟฟ้า (หัวข้อ)	๒.๐๐
หัวข้อวิชาเคมี (ตอนต้น)	๑.๗๕

วิทยาศาสตร์ชั้นเตรียม

หมวด ๓ ความร้อน	๐.๖๐
หมวด ๔ แสงสว่าง	๐.๖๐
หมวด ๖ เคมี	๑.๕๐
หมวด ๗ ชีววิทยา	๐.๖๐