

ว.ร. กรมสรรพากร (ฉันท)

วิทยาศาสตร์

มัธยมต้น

เล่ม ๑

ของ

นายรังษี เทพหัสดิน ณ อยุธยา

ครูสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมปลาย



ชั้นมัธยมศึกษา ๑

พิมพ์ครั้งที่สอง ๓๐๐๐ ฉบับ

พ.ศ. ๒๔๘๑

ราคาเล่มละ ๒๐ สตางค์

พิมพ์ที่หน้าบทโรงพิมพ์ศรีหงส์

507

ร 298.๑

0554



26m0
7.

วิทยาศาสตร์

มัธยมต้น

เล่ม ๑

ของ

นายรังษี เทพหัสดิน ณ อยุธยา

ครูสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา

สำหรับ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑

พิมพ์ครั้งที่สอง ๓๐๐๐ ฉบับ

พ.ศ. ๒๕๑๑

ราคาเล่มละ ๒๐ สตางค์

พิมพ์จำหน่ายที่โรงพิมพ์ศรีหงส์

บัญชีเรื่อง

ว่าด้วย

หน้า

หน่วยความยาว มาตราเมตริก และมาตราอังกฤษ	๑
การวัดโดยใช้ไม้บรรทัด	๒
การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางและเส้นรอบวง	๒-๔
สัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางกับเส้นรอบวง	๖
ค่าของ π (ไพ)	๘
วิธีใช้วงเวียนแบ่งครึ่งเส้นตรง	๑๐
วิธีใช้คิโวกเตอร์	๑๑
วิธีเขียนเส้นขนานจากไม้บรรทัดกับไม้โปรแทรกเตอร์	๑๓
เทียบเส้นรอบวงโดยกฎ	๑๓
การวัดมุม	๑๔
ชื่อของมุมต่าง ๆ	๑๕
การแบ่งมุม	๑๕
วัดหัดเขียน	๑๕
หน่วยพื้นที่ มาตราเมตริก	๑๕

ว่าด้วย

หน้า

วัดพื้นทธรูปง่าย ๆ เช่น ดีเหลี่ยมจัตุรัส ดีเหลี่ยม
 ผืนผ้า สามเหลี่ยม ดีเหลี่ยมคางหมู วงกลม
 (ครั้งแรกต้องให้บรรจุมาราวเด็ก ๆ ลงในรูปแล้ว
 นับจำนวนมาราวให้รู้ ต่อมาจึงคำนวณต่อข้อ
 ครั้งหนึ่ง)

๒๐-๔๔

วัดพื้นทธรูปเวียน

๔๔

เวียนแปลนหึ่งเวียน

๔๖

เวียนโคธากะม เวียนแบบให้ถูกมาตราถ้วน

๔๘

หน่วยปริมาตร มาตราเมตริก และมาตราอังกฤษ ๔๙-๕๑

วัดปริมาตรของลูกบาศก์ ทรงกระบอง ปริซึม

ปริซึมดีเหลี่ยม

๕๑

วัดคองข้าว

๕๗

วัดคองน้ำ

๕๘

การวัดน้ำประปา

๕๙

หน่วยน้ำหนัก มาตราเมตริก และมาตราอังกฤษ

ตาชั่งด้ามญี ตาชั่งจัน (คันชั่ง)

๖๑-๖๗

การจำเริญ

๖๗

ว่าด้วย

หน้า

ความเร็ว	๖๘
ต่งสารและการเปลี่ยนภาวะ	๗๐
การเปลี่ยนแปลงต่งสารของต่งสาร	๗๗
ความรู้ต่งกร้อนหนาว	๗๘
การระเหยกลายเป็นไอของน้ำ	๘๑
โลก	๘๔
เส้นระยะรุ้ง เส้นระยะแวง	๘๖
ดวงอาทิตย์	๘๘
ดวงจันทร์	๘๙
จันทร์คราส สุริยคราส	๙๔
น้ำเขื่อนน้ำตก	๙๕
ดาว	๙๖
กลางวันกลางคืน	๙๗
ความร้อนจากดวงอาทิตย์ ความร้อน คอนเซ้า	
คอนกลางวัน คอนเย็น	๑๐๑
ฤดู	๑๐๒
ดวงอาทิตย์ให้อาหารแก่	๑๐๓

ว่าด้วย	หน้า
ดวงอาทิตย์ให้แสงแก่เรา	๑๐๔
อากาศย่อมมีความกด	๑๐๕
อากาศเกิด온ที่ใดผลอย่างไร	๑๑๐
อากาศมีอะไรบ้าง	๑๑๒
คนดีควรจะมีอากาศหายใจ	๑๑๕
ผู้คิดเครื่องจักรใดคนแรก	๑๑๗

บทที่ ๑ หน่วยความยาวและการวัด

มาตราต่าง ๆ มาตราที่ใช้วัดสิ่งต่าง ๆ นิยมกันในเวลา
นี้ มีอยู่สองชนิด คือ

๑. มาตราของอังกฤษ (มาตราฟุต—ปอนด์—เซกซ์) เขียนย่อ ๆ ว่า มาตรา F.P.S.

๒. มาตราของฝรั่งเศสหรือมาตราเมตริก (มาตรา เซ็นติเมตร—กรัม—เซกซ์) เขียนย่อ ๆ ว่า มาตรา C.G.S.

หน่วยความยาว

มาตราอังกฤษ (F.P.S.)

12 นิ้ว	เป็น	1 ฟุต
3 ฟุต	,,	1 หลา
1760 หลา	,,	1 ไมล์

มาตราเมตริก (C.G.S.)

10 มิลลิเมตร (มม.)	เป็น	1 เซ็นติเมตร
10 เซ็นติเมตร (ซม.)	,,	1 เดซิเมตร
10 เดซิเมตร (ดม.)	,,	1 เมตร
10 เมตร (ม.)	,,	1 เดคาเมตร

- 10 เดคาเมตร (ดคม.) เป็น 1 เฮกโตเมตร
 10 เฮกโตเมตร (ฮม.) ,, 1 กิโลเมตร (กม.)

เทียบมาตราอังกฤษกับมาตราเมตริก

1 นิ้ว เท่ากับ 2.54 เซ็นติเมตร

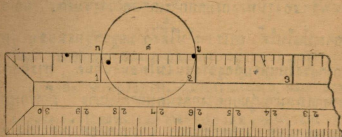
การวัดความยาว ใช้ไม้บรรทัด ซึ่งทำเป็นไม้ฟุต ไม้เมตร ไม้หลา หรือเชือกเมตร เชือกหลา เครื่องใช้ทำการวัดความยาวนี้ โดยมากมีขีดมาตราส่วนทั้งมาตราอังกฤษ และมาตราเมตริกไว้ทั้งสองอย่าง คือ ข้างหนึ่งมีมาตราส่วนเป็นนิ้ว เป็นฟุต เป็นหลา อีกข้างหนึ่งมีมาตราส่วนเป็น เซ็นติเมตร เป็นเมตร

วิธีวัดเส้นตรง ใช้ไม้บรรทัดวางตามไปตามเส้นตรงนั้น แล้วอ่านดูตามมาตราส่วนนั้น ๆ

วิธีวัดเส้นโค้ง เขาเชือกวางตามเส้นโค้งนั้น แล้วดึงเชือกให้ตึง จะกลายเป็นเชือกเส้นตรง จึงวัดด้วยไม้บรรทัด

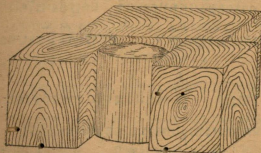
การวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง ถ้าเป็นรูปวงกลมเขียนบนแผ่นกระดาษ ใช้วิธีวัดอย่างวัดเส้นตรง เขาไม้บรรทัด

วางทาบบนวงกลมให้จุดพอดกับจุดศูนย์กลาง ค. ให้ขีดมาตรา
ส่วนตรงกับเส้นรอบวงที่ ก. แล้วอ่านดูความยาวของเส้นผ่าน
ศูนย์กลาง โดยมองดูเส้นรอบวงด้านตรงข้ามอยู่ตรงกับขีดใด
เส้นผ่านศูนย์กลางก็ยาวเท่านั้น ในรูปตัวอย่าง เส้นผ่านศูนย์กลาง
ยาว 1 นิ้ว



รูปที่ ๑ วิธีวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม

ถ้าเป็น สิ่งของรูปทรงกระบอกหรือหลอดต่าง ๆ ใช้วัดด้วย
ก เข็มกระหนาบ



ข

รูปที่ ๒ วิธีวัดเส้นผ่านศูนย์กลางรูปทรงกระบอก

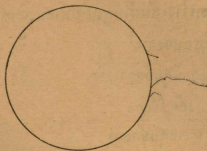
เข็มกระหนาบ
ตามด้าน ตรง
แรก เอาไม้ ท่อน
ก วาง ตรงก่อน
แล้วเอาของรูป
ทรงกระบอก ข
วาง ตั้ง หน้าไม้

ท่อน ก เขาไม้ อีก 2 ท่อนวางกระหนาบกับตั้งของรูปทรง
กระบอก ให้ด้านหลังจดแนบกับไม้ท่อน ก ดังนี้ ช่องว่าง
ระหว่างไม้ ทั้งสอง ท่อนก็คือ ความ ยาว ของเส้นผ่านศูนย์กลาง
นักเรียนบางคนจะนึกว่าใช้ไม้สองท่อนก็พอ เพราะพอวางตาม
เข่ากับที่ตั้งของรูปทรงกระบอกก็จะเกิดช่องว่างขึ้นแล้ว นึกเช่นนั้น
ก็พอจะเป็นไปได้ แต่เราจะไม่ได้ความยาวที่ถูกต้องแน่นอน เพราะ
เราอาจวางไม้จนจบสองข้างนั้นไม่ได้ขนาดกันดี การวัดความ
ยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางก็จะผิดพลาดไปบ้าง ถ้าเราเอาไม้
เพิ่มวางด้านหลังเข่าอีกท่อนแล้ว ก็จะบังคับอยู่ในตัวเองให้ไม้
ขนาดทั้งสองข้างต้องขนาดกัน การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางก็จะ
ได้ผลไม่ผิดพลาดเกิดขึ้น

ข้อควรจำ การวัดยังมีอีกหลายวิธี นักเรียนจะได้เรียน
ในหนังสือวิทยาศาสตร์มัธยมปีที่ ๔ ถ้าพร้อมชั้นมัธยมตอน
ปลาย

การวัดเส้นรอบวง ใช้เชือกวางตามเส้นรอบวง
แล้ววัดอย่างวัดเส้นตรงก็จะทราบความยาวของเส้นรอบวง

ถ้าต้องการทราบเส้นรอบวงของตั้งของรูปทรงกระบอก ใช้
วิธีดังต่อไปนี้



รูปที่ ๓

๑. เอาหมึกหรือสี จูตแต้มลงบนดิ่งของรูปทรงกระบอก
จุดหนึ่งแล้วกลิ้งไปบนกระดาษ หมึกหรือสีจะเหมือนบนกระดาษ
นั้นทั้งสองแห่ง ระยะห่างระหว่างจุดสองจุดนั้นเป็นความยาวของ
เส้นรอบวง

๒. เอากระดาษพันดิ่งของรูปทรงกระบอกให้ปลายทั้งสอง
ข้างของกระดาษเหลื่อมทับกัน เอาของแหลมหรือเข็มปักลง
บนกระดาษให้ทะลุทั้งสองชั้น ระยะห่างระหว่างรูสองรู ก็คือ
ความยาวของเส้นรอบวงของดิ่งนั้น

๓. เอาดวด เชือก หรือกระดาษพันให้รอบดิ่งของรูป
ทรงกระบอก แล้วเอามาขึงให้ตึงเป็นเส้นตรงวัดระยะตอนที่พัน
รอบดิ่งนั้นพอดี ก็จะได้อัตเป็นความยาวของเส้นรอบวงของ
ดิ่งนั้น

สัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางและเส้นรอบวง

I	เส้นรอบวงยาว	2.2 นิ้ว
	เส้นผ่านศูนย์กลางยาว	.7 นิ้ว

$$\frac{\text{เส้นรอบวง}}{\text{เส้นผ่านศูนย์กลาง}} = \frac{2.2}{.7} = 3.14$$

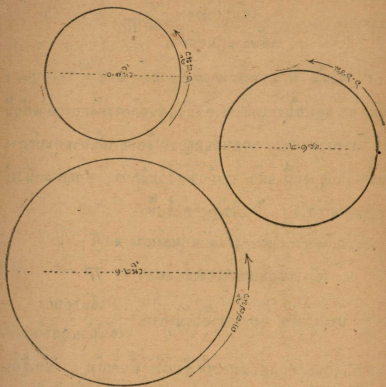
II	เส้นรอบวงยาว	6.6 ซม.
	เส้นผ่านศูนย์กลางยาว	2.1 ซม.

$$\frac{\text{เส้นรอบวง}}{\text{เส้นผ่านศูนย์กลาง}} = \frac{6.6}{2.1} = 3.14$$

III	เส้นรอบวงยาว	3.77 นิ้ว
	เส้นผ่านศูนย์กลางยาว	1.2 นิ้ว

$$\frac{\text{เส้นรอบวง}}{\text{เส้นผ่านศูนย์กลาง}} = \frac{3.77}{1.2} = 3.14$$

ถ้านักเรียนทดลองดู โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางและเส้นรอบวงของวงกลมวงหนึ่ง และเอาความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางไปหารความยาวของเส้นรอบวง ทำเช่นนั้นหลาย ๆ วงกลม นักเรียนจะเห็นว่า ได้ผลลัพธ์เป็นอย่างเดียวกัน ทุก ๆ วงกลม คือได้ผลลัพธ์เป็น 3.14



รูปที่ ๔ แสดงการทดลองว่า $\frac{\text{เส้นรอบวง}}{\text{เส้นผ่านศูนย์กลาง}}$ ของทุก ๆ วงกลมมีค่าคงที่

ผลลัพธ์ที่ได้นี้ไม่ว่าจะเป็นวงกลมใด ๆ ก็ตาม ถ้าเรา
เส้นผ่านศูนย์กลาง ไปหาร เส้นรอบวง จะได้ผลลัพธ์เป็นค่าคงที่
 คือ 3:14 นั่นจึงคงเป็นกฎของความจริงอันหนึ่ง โดยให้ค่าคง
 ที่นี้เป็นตัวอักษรกรีก π (ไพ)

$$\frac{\text{เส้นรอบวง}}{\text{เส้นผ่านศูนย์กลาง}} = \pi$$

ฉะนั้น π ในที่นี้มีค่าเท่ากับ 3.14 หรือ $\frac{22}{7}$ จากการ
สัมพันธ์ของเส้นรอบวงและเส้นผ่านศูนย์กลางดังกล่าวมาแล้ว
เมื่อเราทราบความยาวของเส้นรอบวงหรือของเส้นผ่านศูนย์กลาง
อย่างใดอย่างหนึ่งแล้ว เราก็สามารถหาได้ว่า อีกอย่างหนึ่งมี
ความยาวเท่าไร โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$\text{I} \quad \text{เส้นรอบวง} = \text{เส้นผ่านศูนย์กลาง} \times \pi$$

$$\text{II} \quad \text{เส้นผ่านศูนย์กลาง} = \text{เส้นรอบวง} \div \pi$$

หมายเหตุ สูตรเหล่านี้ได้จาก $\frac{\text{เส้นรอบวง}}{\text{เส้นผ่านศูนย์กลาง}}$

$= \pi$ โดยอาศัยกฎสมการชั้นเดียววิชาพีชคณิต นักเรียน
จะได้ทราบเหตุผลเมื่อเรียนชั้นมัธยมศึกษาปลาย

ตัวอย่างที่ ๑ เส้นผ่านศูนย์กลางยาว 3.5 นิ้ว เส้น
รอบวงยาวเท่าไร ?

$$\begin{aligned} \text{เส้นรอบวง} &= \text{เส้นผ่านศูนย์กลาง} \times \pi \\ &= \frac{22}{7} \times 3.5 = \underline{\underline{11 \text{ นิ้ว}}} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ ๒ เส้นรอบวงยาว 33 มม. เส้นผ่านศูนย์กลางยาวเท่าไร?

$$\begin{aligned}\text{เส้นผ่านศูนย์กลาง} &= \text{เส้นรอบวง} \div \pi \\ &= 33 \div \frac{22}{7} = 33 \times \frac{7}{22} \text{ มม.} \\ &= 10 \frac{1}{2} \text{ มม.}\end{aligned}$$

แบบฝึกหัดที่ ๑

ให้นักเรียนวัดเส้นผ่านศูนย์กลางและวัดเส้นโค้งด้วยวิธีวัดที่กล่าวมาแล้ว และคำนวณตอบอีกครั้ง

เส้นรอบวงจะยาวเท่าไร ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางยาว

- (๑) 2.4 ซม. (๒) 1.6 ซม. (๓) 1 นิ้ว
(๔) 1.5 นิ้ว (๕) .7 นิ้ว

จงหาเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม ถ้าเส้นรอบวงยาว

- (๖) 44 มม. (๗) 3.3 นิ้ว (๘) 6.6 ซม.
(๙) 5.5 นิ้ว (๑๐) 13.2 ซม.

วงเวียน คือเครื่องมือใช้สำหรับเขียนวงกลม เราเอาเหล็กแหลมจุดลงที่ใด ที่นั้นเป็นจุดศูนย์กลาง และกาง วงเวียนแล้ววง

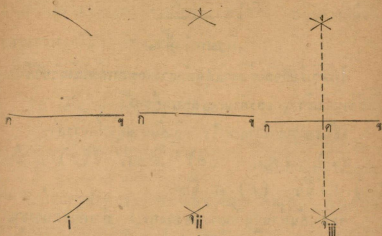


เท่าไร ก็เรียกว่าวงกลมนั้นมีรัศมีเท่านั้น

วิธีใช้วงเวียนแบ่งครึ่งเส้นตรง เส้น

ตรง บางเส้น เราจะแบ่งครึ่ง ด้วยไม้บรรทัดไม่ได้

รูปที่ ๕ ผลตกต้องดี เช่นเส้นตรงยาว 3.95 นิ้ว ใช้
วิธีแบ่งครึ่ง ด้วยวงเวียน



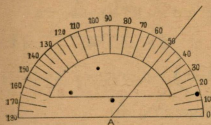
รูปที่ ๖

เช่นจะแบ่งครึ่งเส้นตรง กข ให้ ก เป็นจุดศูนย์กลาง (เอา
ท้าวเหล็กแหลมจกดลงที่จุด ก) รัศมียาวเท่ากับ กข (กางวง
เวียนกว้างเท่ากับ กข) ขีดเส้นโค้งไว้ทั้งสองข้าง (รูป 1)

ให้ ข เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมี กข ขีดเส้นโค้งตัดเส้น
โค้งเดิม ที่ ง และ จ

ลากเส้น ก ข คดเส้น ก ข ที่ ค จุด ค เป็นจุดแบ่ง
ครึ่งเส้น ก ข

วิธีใช้ดีไวเตอร์ ดีไวเตอร์คือเครื่องมือวัดมุมของมุม
ต่าง ๆ วิธีวัดมุมก็เอาตรง A วางตรงยอดของมุมที่จะวัดและ



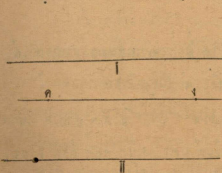
รูปที่ ๑ วิธีใช้ดีไวเตอร์

ให้เส้นข้างทบแขนของมุม
อนต์่าง แล้วดูว่าแขนชี้
มุมผ่าน ตรงขีดใด ถ้าผ่าน
ตรงขีด 50° (ดังในรูป)
มุมนั้นก็กว้าง 50° นอกจาก
วัดมุมยังใช้แบ่งมุมได้อีก

วิธีเขียนเส้นขนานจากไม้บรรทัดกับไม้โปรแทรกเตอร์

สมมุติว่าต้องการเขียนเส้นขนานกับเส้น ก ข และให้ห่าง

ค จากมัน 1 นิ้ว

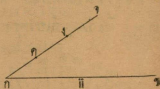
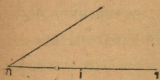


รูปที่ ๒

เอาไม้บรรทัดวางให้
ตั้งฉากกับเส้นตรง ก ข
จุดบนที่ห่างจาก ก ข 1 นิ้ว
ทำเส้นนี้สองจุด (รูป 1)

ลากเส้น ก ข จากจุด
สองจุดนี้ เส้นนี้จะขนาน
กับเส้น ก ข. (รูป 2)

หมายเหตุ ยังมีวิธีอื่นอีก แต่นักเรียนจะทำได้คือเมื่อ
รู้จักการวัดมุมด้วยไม้โปรแทรกเตอร์แล้ว



รูปที่ ๓

สมมุติว่า ต้องการแบ่งเส้นตรง ก ข ออกเป็นสามส่วน
เท่า ๆ กัน

จาก ก (หรือ ข ก็ได้) ตากเส้นตรงทำมุมกับเส้น
ก ข กว้างเท่าไรก็ได้ ไปถึง จ (รูป 1)

เมื่อต้องการแบ่ง 3 ส่วน ก็ตากเส้น ก จ ยาว 3 หน่วย
(จะเป็น 3 กระเบียด 3 เซนติเมตร 3 นิ้ว ฯลฯ ก็ได้) แล้ว
แบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยไม้บรรทัด (รูป 2)

[ตอนหนึ่งถ้าต้องการแบ่งออกเป็นกี่ส่วนเท่า ๆ กัน เช่น 5 ส่วน 7 ส่วน ฯลฯ ก็ลากเส้น ก จ ยาว 5 หน่วย 7 หน่วย ฯลฯ เช่นเดียวกัน]

ลากเส้น จ ข และลากเส้น ง ฉ เส้น ค ท ให้ขนานกับ จ ข มาตัดเส้น ก ข ที่ ท และ ฉ ที่ จุด ฎ และ ฉ จะแบ่งเส้น ก ข ออกเป็น 3 ส่วนเท่า ๆ กัน

เทียบเส้นรอบวงโดยกฎ

จากความสัมพันธ์ของเส้นรอบวงกับเส้นผ่าศูนย์กลางได้กล่าวแล้วว่า

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

$$\therefore \text{เส้นรอบวง} = \pi \times \text{เส้นผ่าศูนย์กลาง}$$

ผลดีพิเศษอันได้มาจากวิธีพีชคณิต คือเมื่ออยู่ข้างหนึ่งเป็นอะไรก็ตามเมื่อกลับมาย่ออีกข้างหนึ่งต้องเป็นตรงข้าม เช่น เป็นบวกเมื่อกลับมาย่ออีกข้างจึงเป็นลบ หรือเป็นคูณเมื่อกลับมาย่ออีกข้างหนึ่งก็เป็นการ

หุ้ดกันจะอธิบายโดยอาศัยเทียบกับกฎเลขในใจต่อไปนี้ได้ทุกคน เลขจำนวนหนึ่งหารด้วย 3 ได้ 7 เลขจำนวนนั้นได้

เท่าไร นักเรียนคงตอบว่า 21 ผลลัพธ์นี้ได้นี้มาจากไหน

7×3 ของตั้งเป็นแบบสมการ

$$\text{(โจทย์)} \quad \frac{\text{เลขจำนวนหนึ่ง}}{3} = 7$$

$$\text{(ผลลัพธ์)} \quad \text{เลขจำนวนหนึ่ง} = 7 \times 3$$

จะเห็นได้แต่่ว่าความจริง 3 เมื่ออยู่ซ้ายมือ เป็นตัวหาร พอกลับมาจากขวามือกลายเป็นตัวคูณไป ทำนองเดียวกันเราพิสูจน์ความจริงได้ตามกฎข้างบนนี้

ตัวอย่าง จงหาเส้นรอบวงของวงกลมซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางยาว 7 ซม. และลองวัดสอบดู

$$\begin{aligned} \text{เส้นรอบวง} &= \pi \times \text{เส้นผ่าศูนย์กลาง} \\ &= \frac{22}{7} \times 7 \text{ ซม.} \\ &= 22 \text{ ซม.} \end{aligned}$$

เมื่อเราลองวัดโดยวิธีวัดเส้นโค้ง จะเห็นได้ว่าได้ยาว 22 ซม. เช่นเดียวกัน

การวัดมุม

มาตราของมุม

มาตราอังกฤษ (F.P.S.)

1 วงกลม แบ่งออกเป็น 4 มุมฉาก

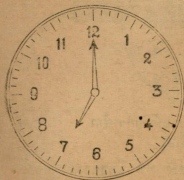
- 1 มุมฉาก แบ่งออกเป็น 90 องศา (Degree)
 1 องศา „ 60 ลิบดา (Minute)
 1 ลิบดา „ 60 พิลิบดา (Second)

มาตราเมตริก (C.G.S.)

- 1 วงกลม แบ่งออกเป็น 4 มุมฉาก
 1 มุมฉาก „ 100 เกรต (Grade)
 1 เกรต „ 100 นาที (Minute)
 1 นาที „ 100 เซกันต์ (Second)

วัดมุมด้วยหน้าปัทม์นาฬิกาและตัตถะระดาษ

จากมาตราราชการวัดมุม เราทราบแล้วว่า วงกลมหนึ่งมี



360 องศาในหน้าปัทม์นาฬิกา
 ซึ่งเป็นวงกลม มีอยู่ 12 ชั่วโมง
 และใน 1 ชั่วโมง มี 60 นาที
 เพราะฉะนั้นในทุกช่องระหว่าง
 ชั่วโมง จะมี $\frac{360}{12}$ องศาหรือ
 30 องศา และในช่องระหว่าง

รูปที่ ๑๐ หน้าปัทม์นาฬิกา

นาทีจะมี $\frac{360}{60} = 6$ องศา

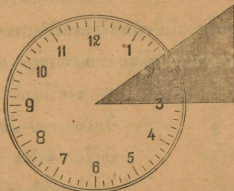
วิธีวัดมุม เขากระดาษ วางทับกับมุมใดมุมหนึ่งที่ต้องการวัด และตัดกระดาษเท่ากับมุมนั้น แล้วยกมาวางทับบนหน้าไม้ที่มีหน้าพิกา ก็จะทราบว่ามุมนั้น ๆ กว้างเท่าไร



i มุมที่ต้องการวัด



ii ตัดกระดาษเท่ากับมุม



iii เขากระดาษวางทับบนหน้าไม้ที่มีหน้าพิกา

รูปที่ ๑๑

ตัวอย่างจากในรูป กระดาษที่มีขีดช่องระหว่างชั่วโมง
1 ช่อง และช่องระหว่างนาที 1 ช่อง
∴ มุมนี้กว้าง $(30+6) = 36$ องศา

ชื่อของมุมต่าง ๆ



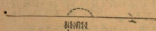
คือ มุมที่กว้าง 90 องศา



คือ มุมที่เล็กกว่ามุมฉาก



คือ มุมที่ใหญ่กว่า 1 มุมฉาก แต่
เล็กกว่า 2 มุมฉาก



คือ มุมอยู่บนเส้นตรง หรือมุมที่
เมื่อแขนของมุม^๕ตรงเป็นเส้นเดียว
กัน มุมตรงมุมหนึ่งกว้างสองมุม
ฉาก



คือ มุมที่ใหญ่กว่าสองมุมฉาก แต่
เล็กกว่า 4 มุมฉาก

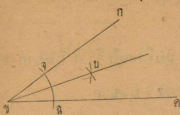
การแบ่งมุม

ถ้ามุมนี้เป็นมุมที่วัดได้ด้วยไม้โปรแทรกเตอร์ได้ดังคว
ใช้แบ่งด้วยไม้โปรแทรกเตอร์

ถ้ามุมนี้วัดด้วยไม้โปรแทรกเตอร์ไม่ได้ดังตัวที่ใช้แบบ
ตามวิธีต่อไปนี้

วิธีแบ่งครึ่งมุม

ให้ ก ข ค เป็นมุมที่จะต้องแบ่งให้ ข เป็นจุดศูนย์กลาง



รูปที่ ๑๓

รัศมี พอสมควร ขีดเส้นโค้งตัด

แขนของมุมที่ ก และ ค ให้ ก

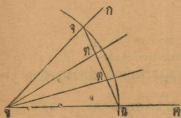
และ ค เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี

เท่าเดิม (หรือยาวเท่าไรก็ได้)

ขีดเส้นโค้งตัดกันที่จุด บ เส้น ขบ

จะแบ่งครึ่งมุม ก ข ค (คือแบ่งมุม ก ข ค เป็นสองส่วนเท่าๆกัน)

วิธีแบ่งมุมออกเป็น ๓ มุม ๔ มุม ๕ มุม ๖ มุม ๗ มุม ๘ มุม ๙ มุม ๑๐ มุม ๑๑ มุม ๑๒ มุม



รูปที่ ๑๔

ให้ ก ข ค เป็นมุมที่จะแบ่ง

ออกเป็น ๓ ส่วนเท่าๆกัน

ให้ ข เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี

พอสมควร ขีดเส้นโค้งตัดแขนของ

มุมที่ ก และ ค ตากเส้น จ ค

แบ่งเส้น $a-d$ ออกเป็น 3 ส่วนเท่า ๆ กัน (ถ้าจะแบ่งเป็น
กลุ่มก็แบ่งออกเป็นเท่านั้นส่วน) โดยวิธีแบ่งเส้นตรงที่เคย
เรียนมาแล้วกับทศน์ ๆ ที่จุด b และ c

ลากเส้น ab และ bc เส้นทั้งสองจะแบ่งมุม b ออกเป็น 3 ส่วนเท่า ๆ กัน

ข้อควรจำ. วิธีแบ่งครึ่งมุมทำตามวิธีนี้ได้ และเราอาจ
พิสูจน์ได้ว่ามุมเหล่านั้นเท่ากันจริงโดยเรขาคณิต ซึ่งเราจะ
ได้เรียนในชั้นมัธยมตอนปลาย ในชั้นนี้จึงบอกแต่เพียงว่า
สร้างอย่างไรเท่านั้น

วิธีวัดห้องเรียน จะใช้วัดด้วยเชือกเมตรเชือกหยาหรือ
ไม้เมตรไม้ทาสี หรือจนกระทั่งไม้ฟุคก็ได้ วิธีวัดที่จะได้ถูก
ต้องอย่างคั่น เราควรวัดเดินไปตามฝาผนังห้องทั้งทางด้าน
กว้างและด้านยาว หากว่าจะวัดเดินผนังห้องไปไม่ได้ จะวัด
ตอนใดก็ได้ แต่ต้องวัดให้ชานานกับผนังห้อง

หน่วยพินท์

มาตราอังกฤษ (F.P.S.)

444 ตารางนิ้ว	เป็น	1 ตารางฟุต
9 ตารางฟุต	,,	1 ตารางหลา

4740 ตารางหลา	เป็น	1 เอเคอร์
640 เอเคอร์	,,	1 ตารางไมล์

มาตราเมตริก (C.G.S.)

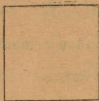
100 ตารางมิลลิเมตร	เป็น	1 ตารางเซนติเมตร
100 „ เซนติเมตร	„	1 „ เดซิเมตร
100 „ เดซิเมตร	„	1 „ เมตร
100 „ เมตร	„	1 „ เดคาเมตร
100 „ เดคาเมตร	„	1 „ เฮกโตเมตร
100 „ เฮกโตเมตร	„	1 „ กิโลเมตร

100 ตารางเมตร เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า 1 อาร์

1 อาร์ คือ พื้นที่กว้างยาวด้านละ 10 เมตร

100 อาร์ เป็น 1 เฮกตาร์

การวัดพื้นที่ วัดด้วยหน่วยพื้นที่ คือวัดว่า ในพื้นที่นั้น
มีกี่ตารางหน่วย คำว่าตารางหน่วย หมายความว่าพื้นที่ล้อม
รอบด้วยด้านสี่ด้านยาวด้านละเท่า ๆ กัน จะเป็นยาว 1 ซุน
หรือ 1 นิ้ว หรือ 1 เมตร ฯลฯ ก็ได้ทั้งนั้น นักเรียนลองดูรูป
จะเข้าใจง่าย



รูปที่ ๑๕

1 ตารางนิ้ว ล้อมรอบ 1 ตารางเซนติเมตร ล้อมรอบด้วยด้านยาว 1 นิ้ว ๔ ด้าน ด้วยด้านยาว 1 ซม. ๔ ด้าน

วิธีวัดพื้นที่โดยไม่ใช่สูตร ใช้บรรจุตารางเล็กๆ ลงในรูปนั้นๆ แล้วนับจำนวนตาราง

ตัวอย่างที่ ๑ หาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ยาว 4.5 ซม. กว้าง 5 ซม.

๑	๒	๓	๔	๕
$5 \frac{0}{10}$	$10 \frac{0}{10}$	$15 \frac{0}{10}$	$20 \frac{0}{10}$	$25 \frac{0}{10}$
๑๐	๑๑	๑๒	๑๓	$20 \frac{5}{10}$

รูปที่ ๑๖ แสดงวิธีวัดพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

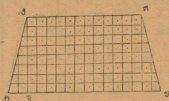
การใช้วิธีบรรจุตารางเล็กๆ ลงในรูปนั้นๆ ถ้าต้องการทราบมีตารางอย่างไรก็แบ่งด้านตามมาตรานั้นๆ และคำนวณหน่วยที่ต้องการ

ในขั้นตอนการทราบมาตราเมตริก และเป็นหน่วยของ
ตาราง ซม. แบ่งด้านยาวออกเป็นส่วนๆ ส่วนหนึ่งยาว 1 ซม.
จากจุดที่แบ่งไว้ขีดเส้นขนานกับด้านกว้าง

ทำนองเดียวกันแบ่งทางด้านกว้าง ออกเป็นส่วน ส่วนหนึ่ง
ยาว 1 ซม. แล้วขีดเส้นขนานกับด้านยาว

แล้วนับตาราง ซม. ที่มีอยู่ในรูปนี้ จะได้ผลลัพธ์เป็น
พื้นที่ $13\frac{1}{2}$ ตาราง ซม.

ตัวอย่างที่ ๒ จะหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูซึ่งมี
ด้านขนานกันยาว 1.2 และ 1.6 นิ้ว และเส้นตั้งฉากยาว
8 นิ้ว



รูปที่ ๑๑ พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

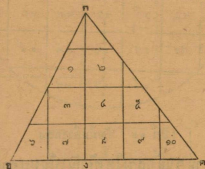
วิธีทำ แบ่งเส้น ก ข ออกเป็นส่วนๆ ส่วนละ .1 นิ้ว
จากจุดที่แบ่งไว้ขีดเส้นตั้งฉากกับ ก ข ทำนองเดียวกัน แบ่ง
เส้น ง จ ออกเป็นส่วนๆ และขีดเส้นตั้งฉาก จะยังเกิดเป็น

ตารางเหลี่ยมชั้น n นี้จำนวนตารางจะได้ 112 ตารางเล็ก ๆ

รูปหม่พท 1.12 ตารางหม่

วิธีนับ ถ้าตารางในรูปหม่ไม่ได้เป็นตารางหน่วยให้นับ
ช่องที่โตกว่าครึ่งเป็นหนึ่งตารางหน่วย ช่องช่องที่เล็กกว่า
ครึ่งไม่นับ

ตัวอย่างที่ ๓ จงหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมซึ่งมีฐานยาว
5 ซม. และเส้นคดงฉากยาว 4 ซม.

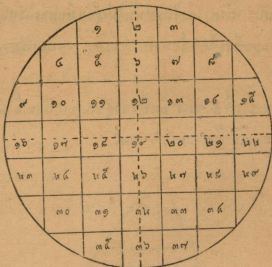


รูปที่ ๑๘ วัดพื้นที่รูปสามเหลี่ยม

แบ่งเส้น ขค และ กง ออกเป็น ส่วน ๆ ส่วนละ
1 ซม. และขีดเส้นทำนองเดียวกับตัวอย่างที่ ๒ นับจำนวน
ตาราง จะได้ผลดังนี้ พท. ของรูปสามเหลี่ยมนี้เป็น
10 ตาราง ซม

ตัวอย่างที่ ๔ จะหาพื้นที่ของวงกลมที่มีรัศมียาว

3.5 ซม.



รูปที่ ๑๘ วัดพื้นที่วงกลม

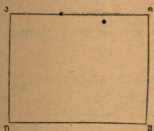
ขีดเส้นผ่านศูนย์กลางให้ตัดกันเป็นมุมฉาก และแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ส่วนละ 1 ซม. แล้วขีดเส้นทำนองเดียวกับตัวอย่างที่ ๒ นับจำนวนจะได้ 37 ตาราง ซม.

(ถ้านักเรียนคำนวณโดยใช้สูตรจะเห็นว่าคำตอบนี้ใกล้เคียงกับความจริงเท่านั้น ไม่ถูกต้องกับความจริงอย่างแน่นอน เป็นเพราะการนับประมาณเอาว่า ถ้าเกินครึ่งตารางหน่วย นับเป็น

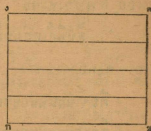
จำนวนหนึ่ง ส่วนน้อยกว่าครึ่งไม่นับ จึงอาจผิดพลาดไปได้บ้างเล็กน้อย)

วิธีวัดพื้นที่โดยใช้สูตร คือ คำนวณหาพื้นที่ของรูปต่างๆ โดยใช้สูตรที่ดังไว้

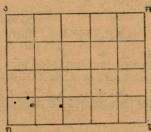
จะหาสูตรที่ใช้วัดพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



i



ii



iii

รูปที่ ๒๐ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ก ข คง เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งต้องการพื้นที่ ด้านยาว
ก ข ยาว 5 หน่วย ด้านกว้าง ข ค ยาว 4 หน่วย

เมื่อขีดตารางหน่วยเพื่อหาพื้นที่ จะได้ผลิตภัณฑ์ 20 ตาราง
หน่วย (ดูรูป iii ข้างบน)

มองดูจากซ้ายไปขวาจะเห็นว่าสี่เหลี่ยม ในแถวหนึ่ง
จะมีอยู่ 5 ตารางหน่วย

∴ พื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้ามี $4 \times 5 = 20$ ตารางหน่วย
ซึ่งถูกต้องกับความจริง

4 คือจำนวนหน่วยของด้านกว้าง

5 คือจำนวนหน่วยของด้านยาว

$$\text{พื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า} = 4 \times 5$$

หากกว้างแทน 4 และยาวแทน 5 จึงตั้งสูตรได้ว่า

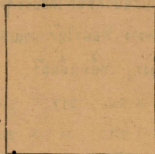
$$\text{พื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า} = \text{กว้าง} \times \text{ยาว}$$

ตัวอย่าง จะหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 2 หน่วย
ยาว 3 หน่วย

$$\text{วิธีทำ} \quad \text{พื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า} = \text{กว้าง} \times \text{ยาว}$$

$$= 2 \times 3 = 6 \text{ ตารางหน่วย}$$

จะหาสูตรสำหรับวัดพื้นที่สี่เหลี่ยมจตุรัส



รูปที่ ๒๑ รูปสี่เหลี่ยมจตุรัส

รูปสี่เหลี่ยมจตุรัส มีลักษณะ อย่างเดียวกับ รูปสี่เหลี่ยม
 ผืนผ้า เว้นแต่มีด้านเท่ากันทุกด้าน ฉะนั้นจึงอาศัยเอาสูตร
 ของสี่เหลี่ยมผืนผ้าใช้ได้

พื้นที่สี่เหลี่ยมจตุรัส = กว้าง $\times$ ยาว

แต่ด้านกว้าง = ด้านยาว

$\therefore$ พื้นที่สี่เหลี่ยมจตุรัส = ด้าน $\times$ ด้าน หรือ = (ด้าน)²

ตัวอย่าง จะหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสซึ่งมีด้านยาว

4 ซม.

วิธีทำ พื้นที่สี่เหลี่ยมจตุรัส = (ด้าน)²

$$= 4 \times 4 = 16 \text{ ตาราง. ซม.}$$

แบบฝึกหัดที่ ๒

ครึ่งแรกให้นักเรียนวัดพื้นที่โดยบรรจุน้ำลงไปใน
รูปแล้วนับจำนวนตาราง ต่อมาให้คำนวณตอบโดยใช้สูตร

จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

(๑) กว้าง 4 ซม. ยาว 6 ซม.

(๒) " 3 ซม. " 5.5 ซม.

(๓) " 1.2 นิ้ว " 1.6 นิ้ว

(๔) " .9 นิ้ว " 1.5 นิ้ว

(๕) " 1.6 นิ้ว " 5 นิ้ว

(๖) " 1 นิ้ว " 2.2 นิ้ว

จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส

(๗) มีด้านยาว 2.5 ซม.

(๘) " 3.6 ซม.

(๙) " 3.2 ซม.

(๑๐) " 1.3 นิ้ว

(๑๑) " 1.8 นิ้ว

(๑๒) " 2.1 นิ้ว

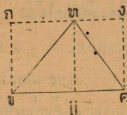
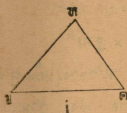
หอสมุดแห่งชาติ

หาพื้นที่รูปสามเหลี่ยม

๒๕

จะหาสูตรวัดพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม

ท ข ค เป็นสามเหลี่ยมที่จะหาพื้นที่ สร้างรูปสี่เหลี่ยม



ผืนผ้า ก ข ค ง
บนฐาน ข ค ให้
ตั้งเท่าครึ่งสาม
เหลี่ยม ท ข ค
(รูป ii) ตาก

รูปที่ ๒๒

เส้น ท ค ให้ตั้งฉากกับฐาน ข ค

ในรูปสี่เหลี่ยม ก ข ค ท เส้น ข ท เป็นเส้นทะแยงมุม

∴ สามเหลี่ยม ท ข ค = $\frac{1}{2}$ สี่เหลี่ยม ก ข ค ท (เพราะ
คณิตทฤษฎีบทที่ ๒๑)

ทำนองเดียวกันสามเหลี่ยม ท ค ค = $\frac{1}{2}$ สี่เหลี่ยม ท ค ค ง

∴ สามเหลี่ยม ท ข ค + สามเหลี่ยม ท ค ค มีพื้นที่
= $\frac{1}{2}$ (สี่เหลี่ยม ก ข ค ท + สี่เหลี่ยม ท ค ค ง)

สามเหลี่ยม ท ข ค = $\frac{1}{2}$ สี่เหลี่ยม ก ข ค ง

แต่พื้นที่สี่เหลี่ยม ก ข ค ง = ข ค × ค ง

= ข ค × $\frac{1}{2}$ ค ง (เพราะว่า ค ง = $\frac{1}{2}$ ค ง)

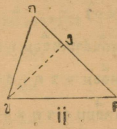
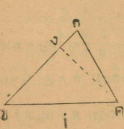
$$\therefore \text{สามเหลี่ยม ทข ค} = \frac{1}{2} \times \text{ข ค} \times \text{ท ค}$$

ข ค คือฐานของรูปสามเหลี่ยม และ ท ค คือสูงของรูปสามเหลี่ยม ฉะนั้นจึงตั้งสูตรได้ว่า

$$\text{พื้นที่รูปสามเหลี่ยม} = \frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \text{ฐาน}$$

ข้อควรจำ สูงของรูปสามเหลี่ยม หรือของรูปอื่น ๆ ก็ตาม บางครั้งนิยมเรียกว่าเส้นตั้งฉากแทนคำว่าสูง ฐานของสามเหลี่ยม คือด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยม ฉะนั้นฐานของสามเหลี่ยมจะเป็นด้านหนึ่งด้านใดก็ได้ สุดแต่เส้นตั้งฉากที่ลากจากมุมตรงข้ามมาตั้งได้ฉากกับด้านนั้น

ในรูป i ขง เป็นเส้นตั้งได้ฉากลากจาก ค ไปยังด้าน



ก ข ฉะนั้น ขง
คือสูง และ ก ข
คือฐาน (เมื่อ
ก ข เป็นเส้น
ระดับ)

รูปที่ ๒๓ แสดงฐานและสูงของสามเหลี่ยม

ในรูป ii ขง เป็นเส้นตั้งฉากลากจาก ข มายังด้าน ก ค
ฉะนั้น ขง คือสูง และ ก ค คือฐาน

ตัวอย่าง จะหาพื้นที่ของ รูปสามเหลี่ยม ซึ่งมี ฐานยาว

1.2 นิ้ว สูง 1.8 นิ้ว

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ} \quad \text{พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม} &= \frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \text{ฐาน} \\
 &= \frac{1}{2} \times 1.8 \times 1.2 \\
 &= 10.8 \text{ ตารางนิ้ว}
 \end{aligned}$$

แบบฝึกหัดที่ ๓

ครึ่งแรกให้วัดพื้นที่โดย บรรจุตาราง เด็ก ๆ ลงในรูปแล้ว
นับจำนวนตาราง แล้วจึงคำนวณตอบโดยใช้สูตร

จงหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม

(๑) สูง 2.5 นิ้ว ฐาน 3 นิ้ว

(๒) ,, 1.4 นิ้ว ฐาน 2 นิ้ว

(๓) ,, .9 นิ้ว ฐาน 1.6 นิ้ว

(๔) เส้นตั้งฉาก 2.4 ซม. ฐาน 3.6 ซม.

(๕) ,, .6 นิ้ว ฐาน 1.8 นิ้ว

(๖) ,, 1.5 นิ้ว ฐาน 1.3 นิ้ว

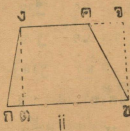
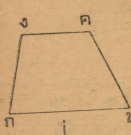
(๗) ,, 3.2 ซม. ฐาน 3.8 ซม.

- (๙) สูง 1.6 นิ้ว ฐาน 2.4 นิ้ว
 (๙) ฐานยาว .9 นิ้ว เส้นตั้งฉากยาว 1.2 นิ้ว
 (๑๐) " 4.6 ซม. " 3.8 ซม.
 (๑๑) " 5.8 ซม. " 6.4 ซม.
 (๑๒) " 2.4 นิ้ว " 2.2 นิ้ว

จะหาสูตรวัดพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

รูปสี่เหลี่ยมคางหมู คือรูปสี่เหลี่ยมซึ่งมีด้านขนานกัน
 หนึ่งคู่

ก ข ค ง เป็นสี่เหลี่ยมคางหมูที่เกิดจากการหาพื้นที่ ดังเส้น



กระเบื้องมุม ขง
 แบ่งสี่เหลี่ยม
 นี้ออกเป็นสาม
 เหลี่ยมสองรูป

รูปที่ ๒๔ วิธีหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมคางหมู ดังเส้นสูง

และ ขง ไปพบด้าน ก ข และ คง เมื่อตัดออกไป

ง ก และ ข ก เป็นเส้นตั้งฉากอยู่ในระหว่างเส้นขนานคู่
เดียวกัน $\therefore$ ง ก = ข ก ให้ทั้งสองเส้นนี้ยาว ๕

ด้านเหลี่ยม ก ข ง มี ง ก เป็นส่วนตั้ง และ ก ข เป็นฐาน

$$\text{พื้นที่ด้านเหลี่ยม ก ข ง} = \frac{1}{2} \times ๕ \times ก ข$$

ด้านเหลี่ยม ข ก ง มี ข ก เป็นส่วนตั้ง และ ง ก เป็นฐาน

$$\text{พื้นที่ด้านเหลี่ยม ข ก ง} = \frac{1}{2} \times ๕ \times ง ก$$

พื้นที่ด้านเหลี่ยม (ด้านเหลี่ยม ก ข ง + ด้านเหลี่ยม ข ก ง)

$$= \frac{1}{2} \times ๕ \times ก ข + \frac{1}{2} \times ๕ \times ง ก$$

$$= \frac{1}{2} \times ๕ \times (ก ข + ง ก)$$

(แยกแฟกเตอร์ตามวิชาพีชคณิต)

$$\therefore \text{พื้นที่สี่เหลี่ยม ก ข ก ง} = \frac{1}{2} \times ๕ (ก ข + ง ก)$$

๕ คือสูง ก ข และ ง ก คือด้านที่ขนานกันของสี่เหลี่ยม

คางหมู จึงสรุปได้ว่า

$$\text{พื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู} = \frac{1}{2} \times \text{สูง} \times (\text{ผลบวกด้านขนาน})$$

ตัวอย่าง จะหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู มีด้านขนาน

กนยาว ๖ และ ๘ ซม. เส้นตั้งฉากยาว ๕ ซม.

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ} \quad \text{พื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู} &= \frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \\
 &\quad (\text{ผลบวกด้านขนาน}) \\
 &= \frac{1}{2} \times 5 \times (6 + 8) \\
 &= \frac{1}{2} \times 5 \times 14 \\
 &= \underline{\underline{35 \text{ ตาราง ซม.}}}
 \end{aligned}$$

แบบฝึกหัดที่ ๔

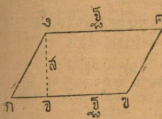
ครั้งแรกให้นักเรียนวัดพื้นที่โดยบรรจุกារาวงเล็ก ๆ ลงใน
รูป และนับจำนวนตารางแล้วจึงคำนวณตอบโดยใช้สูตร
พื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู

- | | | | | |
|-----|----------------|------------------|-------------|----------|
| (๑) | ด้านขนานกันยาว | 3.5 และ 6.2 ซม. | สูง | 3 ซม. |
| (๒) | „ | 4.2 และ 5 ซม. | „ | 3.6 ซม. |
| (๓) | „ | 2 และ 2.8 นิ้ว | „ | 1.3 นิ้ว |
| (๔) | „ | 1.1 และ 1.9 นิ้ว | „ | .6 นิ้ว |
| (๕) | „ | 2.3 และ 1.5 นิ้ว | เส้นตั้งฉาก | 2 นิ้ว |
| (๖) | „ | 6.6 และ 4.4 ซม. | „ | 3.4 ซม. |
| (๗) | „ | 3.6 และ 6.8 ซม. | „ | 3.4 ซม. |

- (๘) เส้นขนานกันยาว 1.7 และ 2.3 นิ้ว เส้นตั้งฉาก 1.5 นิ้ว
- (๙) เส้นขนานเส้นหนึ่งยาว 2.4 นิ้ว อีกเส้นหนึ่งยาวน้อยกว่า .8 นิ้ว สูง 1.8 นิ้ว
- (๑๐) เส้นขนานเส้นหนึ่งยาว 5.6 ซม. อีกเส้นหนึ่งยาวกว่า 3 ซม. สูง 2.5 ซม.

จะหาสูตรของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

รูปสี่เหลี่ยมคางหมู คือ รูปสี่เหลี่ยมคางหมูคี่



ขนานกัน (จากวิชาเรขาคณิต เราทราบว่าด้านตรงข้ามต้องเท่ากันด้วย)

ก ข คง เป็นสี่เหลี่ยมคาง

รูปที่ ๒๕

ขนาน มีด้าน ก ข และ ค ง

วิธีหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมคางหมู ยาว สูง เส้นสูง ง ข ยาว ค

เพราะเหตุว่า สี่เหลี่ยมคางหมู ที่มีด้านขนานกันคู่หนึ่ง เราแบ่งสี่เหลี่ยมคางหมู จึงอาศัยหาพื้นที่โดยใช้สูตรของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูได้

$$\begin{aligned}
 \text{พื้นที่เหลี่ยม ก ข คง} &= \frac{1}{2} \times \text{สูง} \times (\text{ผลบวกด้านขนาน}) \\
 &= \frac{1}{2} \times ๔ \times (๖+๖) \\
 &= \frac{1}{2} \times ๔ \times ๑๒ \\
 &= ๒ \times ๑๒ \\
 &= ๒๔ \times ๑
 \end{aligned}$$

แต่ ๔ คือ สูง และ ๑ คือ ฐานของสี่เหลี่ยมด้านขนาน
จึงตั้งสูตรได้ว่า

$$\text{พื้นที่เหลี่ยมด้านขนาน} = \text{สูง} \times \text{ฐาน}$$

ตัวอย่าง จะหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ซึ่งมี
ด้านหนึ่งยาว ๘ ซม. และเส้นตั้งฉากระหว่างเส้นคู่หนึ่ง ยาว
๖ ซม.

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ} \quad \text{พื้นที่เหลี่ยมด้านขนาน} &= \text{สูง} \times \text{ฐาน} \\
 &= ๖ \times ๘ \\
 &= ๔๘ \text{ ตาราง ซม.}
 \end{aligned}$$

แบบฝึกหัดที่ ๕

ครั้งแรกให้หาพื้นที่โดยบรรจุตารางเล็กๆลงในรูปนี้ และ
นับจำนวนตาราง แล้วจึงคำนวณตอบโดยใช้สูตรอีกครั้งหนึ่ง

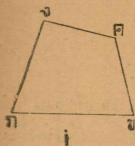
จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

- (๑) สูง 1.5 นิ้ว กว้าง 2.2 นิ้ว
- (๒) ,, .9 นิ้ว ,, 1.6 นิ้ว
- (๓) ,, 3 ซม. ,, 6.5 ซม.
- (๔) ,, 1.4 นิ้ว ,, 1.8 นิ้ว
- (๕) ,, 1.6 ซม. ,, 4.8 ซม.
- (๖) ,, 2.4 ซม. ,, 3.5 ซม.
- (๗) มีด้านหนึ่งยาว 1.6 นิ้ว เส้นตั้งฉากกับด้านนั้น
ยาว 1.2 นิ้ว
- (๘) มีด้านหนึ่งยาว 4 ซม. เส้นตั้งฉากกับด้านนั้น
ยาว 3.6 ซม.
- (๙) มีด้านหนึ่งยาว 2.3 นิ้ว เส้นตั้งฉากกับด้านนั้น
ยาว 1.8 นิ้ว
- (๑๐) มีด้านหนึ่งยาว 3.6 ซม. เส้นตั้งฉากกับด้านนั้น
ยาว 4.2 ซม.

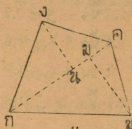
จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า

รูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า คือรูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านไม่เท่ากัน
และมีมุมทุกมุมไม่เท่ากัน

ก ข คง เป็นสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่าที่จะหาพื้นที่จากเส้น



i



ii

ทะแยงมุม กค
ลากเส้น ง น
และ ข ม มาตั้ง
ได้ฉากกับเส้น
ทะแยงมุม กค

รูปที่ ๒๖ วิธีหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า (เส้นที่ลากจาก

มุมของสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่ามาตั้งฉากกับเส้นทะแยงมุม เรียกว่าเส้นออฟฟเซต ฉะนั้นในรูปนี้ ง น และ ข ม ก็คือเส้นออฟฟเซต)

ถ้าให้สี่เหลี่ยม กคง มี ง น เป็นสูง และ กค เป็นฐาน

$$\text{พื้นที่สี่เหลี่ยม กคง} = \frac{1}{2} \times \text{กค} \times \text{ง น}$$

ถ้าให้สี่เหลี่ยม กขค มี ข ม เป็นสูง และ กค เป็นฐาน

$$\text{พื้นที่สี่เหลี่ยม กขค} = \frac{1}{2} \times \text{กค} \times \text{ข ม}$$

พื้นที่ (สี่เหลี่ยม กคง + สี่เหลี่ยม กขค)

$$= \frac{1}{2} \times \text{กค} \times \text{ง น} + \frac{1}{2} \times \text{กค} \times \text{ข ม}$$

$$= \frac{1}{2} \times \text{กค} \times (\text{ง น} + \text{ข ม})$$

(โดยวิธีแยกแวกเตอร์วิชาพีชคณิต)

$$\therefore \text{พื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู} = \frac{1}{2} \times \text{ก.ก.} \times (\text{จ.น.} + \text{จ.ม.})$$

แต่ ก.ก. คือเส้นทแยงมุม จ.น. และ จ.ม. คือเส้นออฟเซต

ฉะนั้นจึงตั้งสูตรได้ว่า

$$\text{พื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู} = \frac{1}{2} \times \text{เส้น}$$

ทแยงมุม $\times$ (ผลบวกของเส้นออฟเซต)

ตัวอย่าง จะหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ซึ่งมี

เส้นทแยงมุมยาว 3.6 นิ้ว เส้นออฟเซต ยาว 1.2 และ

.8 นิ้ว

พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

$$= \frac{1}{2} \times \text{เส้นทแยงมุม} \times (\text{ผลบวกของเส้นออฟเซต})$$

$$= \frac{1}{2} \times 3.6 \times (1.2 + .8) \text{ ตารางนิ้ว}$$

$$= 3.6 \text{ ตารางนิ้ว}$$

แบบฝึกหัดที่ ๖

ครั้งแรกให้หาพื้นที่ โดยบรรจุนิยามต่างๆ ลงในรูป และ

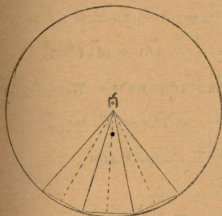
นับจำนวนดู แล้วจึงคำนวณดูอีกครั้งโดยใช้สูตร

จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า

- (๑) ด้านที่ขนานยาว ๓ ซม. ด้านข้อฟฟเซตยาว 1.5 ซม. และ 2 ซม.
- (๒) ด้านที่ขนานยาว 2 ซม. ด้านข้อฟฟเซตยาว 1 ซม. และ .8 ซม.
- (๓) ด้านที่ขนานยาว 1.5 ซม. ด้านข้อฟฟเซตยาว 2.5 ซม. และ 1 ซม.
- (๔) ด้านที่ขนานยาว 1.2 นิ้ว ด้านข้อฟฟเซตยาว .8 นิ้ว และ .6 นิ้ว
- (๕) ด้านที่ขนานยาว .9 นิ้ว ด้านข้อฟฟเซตยาว .5 นิ้ว และ .7 นิ้ว
- (๖) ด้านที่ขนานยาว 1.5 นิ้ว ด้านข้อฟฟเซตยาว .7 นิ้ว และ .3 นิ้ว
- (๗) ด้านข้อฟฟเซตรวมกันยาว 1.8 นิ้ว ด้านที่ขนานยาว 2.5 นิ้ว
- (๘) ด้านข้อฟฟเซตรวมกันยาว 3.8 ซม. ด้านที่ขนานยาว 7.2 ซม.

จะหาสูตรวัดพื้นที่วงกลม

ให้วงกลมซึ่งมีศูนย์กลาง ค เป็นวงกลมที่จะหาพื้นที่



รูปที่ ๒๗ วิธีหาพื้นที่รูปวงกลม

แบ่งวงกลมออกเป็น

สามเหลี่ยม หลาย ๆ

รูปเท่า ๆ กัน

ฉะนั้นพื้นที่วงกลม

จะเท่ากับพื้นที่สามเหลี่ยม

ทั้งหมดนั้นรวมกัน ถ้า

สามารถแบ่งให้เป็นสาม

เหลี่ยมเล็กที่สุดที่จะเล็ก

จนได้ หมายความว่าฐานมาแนบกับเส้นรอบวง

พื้นที่วงกลม = พื้นที่สามเหลี่ยมทั้งหมด

= พื้นที่ (สามเหลี่ยม ก ค ข + สามเหลี่ยม

ข ค ค + สามเหลี่ยม ค ค ง +)

= $(\frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \text{ฐาน} + \frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \text{ฐาน} +$

$\frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \text{ฐาน} + \dots\dots\dots)$

= $\frac{1}{2} \times \text{สูง} \times (\text{ฐาน} + \text{ฐาน} + \text{ฐาน} + \dots)$

ถ้าแบ่งให้สามเหลี่ยมให้เล็กที่สุดที่จะได้ ความยาว
ของฐานทั้งหมดก็คือความยาวของเส้นรอบวง และสูงของ
สามเหลี่ยมก็คือรัศมีของวงกลม

$$\therefore \text{พื้นที่วงกลม} = \frac{1}{2} \times \text{รัศมี} \times \text{เส้นรอบวง}$$

$$\text{แต่เส้นรอบวง} = \pi \times \text{เส้นผ่านศูนย์กลาง} = \pi \times 2 \text{ รัศมี}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{พื้นที่วงกลม} &= \frac{1}{2} \times \text{รัศมี} \times \pi \times 2 \text{ รัศมี} \\ &= \pi \times \text{รัศมี} \times \text{รัศมี} \end{aligned}$$

ฉะนั้นจึงตั้งสูตรได้ว่า

$$\text{พื้นที่วงกลม} = \pi \times (\text{รัศมี})^2$$

ตัวอย่างที่ ๑ จะหาพื้นที่ของวงกลมซึ่งมีรัศมียาว 7 ซม.

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \text{พื้นที่วงกลม} &= \pi \times (\text{รัศมี})^2 \\ &= \frac{22}{7} \times 7 \times 7 = 154 \text{ ตาราง ซม.} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ ๒ จะหาพื้นที่ของวงกลมซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 7 นิ้ว

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \text{รัศมี} &= \text{เส้นผ่านศูนย์กลาง} \div 2 = \frac{7}{2} \text{ นิ้ว} \\ \text{พื้นที่วงกลม} &= \pi \times (\text{รัศมี})^2 \\ &= \frac{22}{7} \times \frac{7}{2} \times \frac{7}{2} = 38 \frac{1}{2} \text{ นิ้ว} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ ๓ จะหาพื้นที่ของวงกลม ซึ่งมีเส้นรอบวง

ยาว 33 ซม.

$$\begin{aligned}\text{วิธีทำ} \quad \text{เส้นผ่านศูนย์กลาง} &= \text{เส้นรอบวง} \div \pi \\ &= 33 \times \frac{7}{22} = 10 \frac{1}{2} \text{ ซม.}\end{aligned}$$

$$\text{รัศมี} = 10 \frac{1}{2} \div 2 = 5 \frac{1}{4} \text{ ซม.}$$

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่วงกลม} &= \pi \times (\text{รัศมี})^2 \\ &= \frac{22}{7} \times \frac{21}{4} \times \frac{21}{4} = \underline{\underline{86 \frac{5}{8} \text{ ตาราง ซม.}}}\end{aligned}$$

แบบฝึกหัดที่ ๗

จงหาพื้นที่ของวงกลม โดย บรรจุ ตารางเล็ก ๆ ลงใน รูปและ
นับจำนวนตารางนั้น แล้วจึงคำนวณตอบโดยหาพื้นที่โดยสูตร

จงหาพื้นที่ของวงกลม ซึ่งมีรัศมียาว

(๑) $2 \frac{1}{3}$ ซม. (๒) $3 \frac{1}{2}$ ซม. (๓) .7 นิ้ว

(๔) 1.4 นิ้ว

จงหาพื้นที่ของวงกลม ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว

(๕) 5.6 ซม. (๖) 2.1 นิ้ว (๗) 1 นิ้ว

(๘) 7.7 ซม.

จงหาพื้นที่วงกลม ซึ่งมีเส้นรอบวงยาว

(๙) 44 ซม. (๑๐) 26.4 ซม. (๑๑) 30.8 ซม.

(๑๒) 22 ซม.

การวัดพื้นที่ห้องหรือพื้นที่ในที่ต่าง ๆ เราต้องใช้วัด
ส่วนต่าง ๆ ซึ่งเมื่อเราทราบแล้วเราอาจหาพื้นที่ได้ตามสูตร

ตัวอย่าง เราต้องการจะวัดพื้นที่ห้องเรียน เราวัดด้าน
กว้างของห้อง และด้านยาวของห้อง แล้วคำนวณหาพื้นที่
ตามสูตร

สมมุติว่า วัดได้ว่าห้องเรียนกว้าง 6 เมตร ยาว 10 เมตร

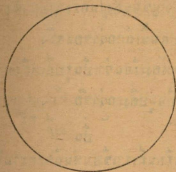
วิธีทำ พื้นที่ห้องเรียน = กว้าง $\times$ ยาว

$$= 6 \times 10 = 60 \text{ ตาราง เมตร}$$

การเขียนแปลน แปลน หมายความว่า รูปแสดงรอบ
ของสิ่งนั้น ๆ พุคกันง่าย ๆ ว่า ถ้าเรามองดูตรงลงมาจะเห็น
สิ่งนั้นมีรูปเป็นอย่างไร

ถ้านักเรียนเขาชวดหัวกลมลงบนกระดาษ แล้วเขา
ดินสอขีดรอบกะปุกหมึก เขาได้ตัวก้แดงวางลงบนกระดาษ
และเอาดินสอขีดรอบตัวแดง เขาดินสอวางลงบนกระดาษ

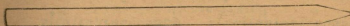
แต่เอาดินสอชกแท่งหนึ่งมาขีดรอบดินสอแท่งที่วางไว้ รูปที่
ปรากฏขึ้นในกระดาษก็คือแปลนของสิ่งนั้น ๆ



i



ii



iii

รูปที่ ๒๘

I แปลนของขวดหมึก II แปลนของสตางค์แดง III แปลนของดินสอ
ตามที่กล่าวมาแล้ว นักเรียนจะเข้าใจได้ว่า จะเขียน
แปลนสิ่งใด ก็เอาสิ่งนั้นวางบนกระดาษ และเอาดินสอ
มาขีดรอบสิ่งนั้น

ถ้าคราวนี้ จะเขียนแปลนของสิ่งใหญ่ ๆ มั่ง เราจะหา
กระดาษที่ใหญ่มาพอ หากว่าจะหากระดาษมาได้ แต่เราจะยก

เราตั้งนิยามวงบนกระดาษได้อย่างไร เช่นจะเขียนแปลง
ของห้องเรียนเป็นต้น เมื่อเป็นเช่นนั้นเราก็คงตั้งเถาคิดว่า ห้อง
เรียนมีรูปเป็นอย่างไร แต่วกัเขียนลงในกระดาษว่าห้องเรียน
มีรูปเป็นอย่างไร และแปลงนี้เล็กกว่าของจริง

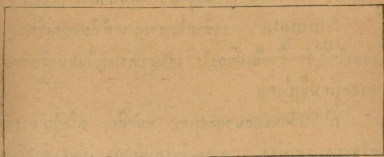
ตัวอย่าง เราตั้งเถาคิดห้องเรียนว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
เรากัเขียนลงในกระดาษเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และบอกว่าเป็น
แปลงของห้องเรียน

ผู้ทมาเห็นแปลงห้องเรียนที่เราเขียนขึ้นก็จะทราบได้ทันที
ที่ว่า ห้องเรียนนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แต่ไม่ทราบว่า
ใหญ่เล็กเพียงไร ถ้าจะให้ทราบชัด เรากัต้องเขียนลงไปด้วยว่า
ส่วนกว้างของห้องเท่าไร ส่วนยาวของห้องเท่าไร

การเขียนแปลงให้ถูกมาตราส่วน แปลงที่เราเขียน
ลงในกระดาษเล็กกว่าของจริงนั้น ถึงแม้เราจะไม่บอกกว้าง
เท่าไร ยาวเท่าไร เราบอกมาตราส่วนที่เราย่อลงมาได้ ผู้ที่
มาดูแปลงก็จะทราบได้ว่า ห้องนั้นกว้างยาวเท่าไร

ตัวอย่าง จะเขียนแปลงของห้องเรียนกว้าง 4 เมตร ยาว
10 เมตร เราจะเห็นได้ว่าเขียนลงในแผ่นกระดาษให้พอ
งามสุดแก่เราชอบ ในตัวอย่างนี้เราจะเขียนในแปลงยาว

1 เซ็นติเมตร แทนในความจริงที่ยาว 1 เมตร เราก็เขียน
แปลนเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 4 เซ็นติเมตร ยาว
10 เซ็นติเมตร แล้วเขียนไว้ข้าง ๆ แปลนนี้นว่ามาตราส่วน



รูปที่ ๒๘ แปลนของห้องเรียน

1 เซ็นติเมตรคือ 1 เมตร แต่ที่ต่างกันเพราะหลายไร่เขียนเป็น
เศษส่วน เช่นตัวอย่างนี้ ก็เขียนว่ามาตราส่วน $\frac{1}{100}$ หรือ
มาตราส่วน 1 ใน 100 หมายความว่า ในแปลนเป็น 1 ส่วน
ความจริงเป็น 100 เท่าของในแปลน

เราจะเขียนมาตราส่วนดังกล่าวเป็นเศษส่วนได้โดยง่าย คือ
เอาที่ยาวจริง แยกเป็นหน่วย ที่เราใช้เขียนแปลนเอามาคู
เป็นส่วน

ตัวอย่าง เราเขียน แปลนโดยใช้ 1 เซ็นติเมตร แทน 1 กิโลเมตร

$$๑ \text{ กิโลเมตร} = 100000 \text{ เซ็นติเมตร}$$

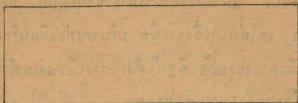
$$\therefore \text{เขียนลงไปว่า} \text{มาตราส่วน } \frac{1}{100000}$$

ไดอะแกรม การเขียนไดอะแกรม ก็คือ การเขียนรูปแสดงให้รู้ว่า สิ่งนั้นเป็นอะไร เช่นรูปต่าง ๆ ในหนังสือวิทยาศาสตร์เล่มนี้เป็นต้น

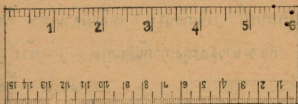
ถ้าเราเขียนแปลนของต้นไม้, หนังสือ, หรือไม้บรรทัด หรือแปลนของห้อง เราจะแสดงให้เห็นแต่เพียงว่า เป็นรูปสี่เหลี่ยมคล้ายคลึงกันทุกอย่าง ถ้าเขียนแปลนของถ้วยแก้วหรือขวดหมึก หรือกระบอกกลม เราจะแสดงให้เห็นแต่เพียงว่ามีรูปเป็นวงกลมเหมือนกันเท่านั้น ถ้าไม่เขียนบ่งว่าอะไรเป็นอะไรแล้ว ผู้ที่มามองดูแปลนนั้น ๆ จะทราบไม่ได้ว่า แปลนนั้นเป็นแปลนอะไร

ส่วนการเขียนไดอะแกรมนี้ ผู้ที่มามองดูจะทราบทันทีว่าสิ่งนั้นคืออะไร

เช่นในรูปที่ ๒๙ นี้ รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (รูป i) คือแปลนของไม้บรรทัด ถ้าเราไม่บอก หรือเขียนบอกไว้ผู้ดูจะ



i



ii

รูปที่ ๓๐

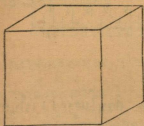
ทราบไม่ได้ว่าเป็นแปดของไม้บรรทัด ส่วนในรูป ii เป็นการ
ชั่งในโคธากรัม ผู้ที่มองดูจะทราบทันทีว่าเป็นแปดหรือรูป
ของไม้บรรทัด

บทที่ ๒ การวัดปริมาตร

ปริมาตร หมายถึงความจุ หรือถ้าสมมุติว่าภายในวัตถุ
นั้นไม่มีเนื้อของวัตถุ หมายถึงความว่างภายในรูปของวัตถุนั้น

เช่นขวดหมึก หมายถึงช่องว่างภายในขวดหมึก หรือที่หน้า
หมึกอยู่ แต่ไม่หมายถึงน้ำหมึก ปริมาตรก้อนหินหรือก้อนอิฐ
ก็หมายถึงภายในรูปก้อนอิฐนั้นมีช่องว่างทั้งหมดเท่าไร ถ้าไม่
มีเนื้ออิฐภายในรูปก้อนอิฐก้อนนั้น

ลูกบาศก์ เป็นก้อนรูป 6 เหลี่ยมด้านเท่า คือมีความ
กว้าง ความยาวและสูงเท่ากันทุกด้าน ถ้ากว้าง 1 นิ้วยาว



i



ii

i คือ • ลูกบาศก์นิ้ว ii คือ • ลูกบาศก์เซนติเมตร เรียกว่า 1 ลูกบาศก์
รูปที่ ๓๐ เซนติเมตร สูงแต่

ว่าจะเป็นจำนวน หน่วยของอะไร ก็เรียกว่าลูกบาศก์ของ
หน่วยนั้น

การวัดปริมาตร วัดด้วยก้อนลูกบาศก์ หมายถึงว่า
ภายในวัตถุหนึ่ง จะมีลูกบาศก์หน่วย กี่อยู่ได้ก็ก้อนลูกบาศก์

หน่วยปริมาตร

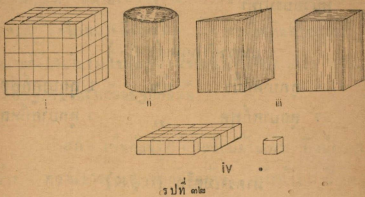
มาตราอังกฤษ (F.P.S.)

1728	ลูกบาศก์นิ้ว	เป็น	1 ลูกบาศก์ฟุต
27	ลูกบาศก์ฟุต	,,	1 ลูกบาศก์หลา

มาตราเมตริก (C.G.S.)

1000	ลูกบาศก์มิลลิเมตร	เป็น	1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
1000	,, เซนติเมตร	,,	1 ,, เดซิเมตร
1000	,, เดซิเมตร	,,	1 ,, เมตร
1000	,, เมตร	,,	1 ,, เดคาเมตร
1000	,, เดคาเมตร	,,	1 ,, เฮกโตเมตร
1000	,, เฮกโตเมตร	,,	1 ,, กิโลเมตร

จะหาสูตรของการหาปริมาตรของรูปที่มีพื้นหน้าสองข้างเท่ากัน (รูปลูกบาศก์, รูปปริซึมฐานสามเหลี่ยม, ฐานสี่เหลี่ยม, ฐานหลายเหลี่ยม และรูปทรงกระบอก)



เราจะหาปริมาตร ของรูปลูกบาศก์ ในรูป i ซึ่งกว้างยาว และสูงด้านละ 5 หน่วย

แบ่งตามส่วนสูง หน่วยละชั้น ถ้าเราตัดออกจะได้เป็น แผ่น ๆ อย่าง iv 5 แผ่น

ในแผ่นหนึ่งจะตัดตามด้านยาวหน่วยละแถว จะได้ 5 แถว ในแถวหนึ่งจะตัดออกเป็นก้อนละ ๑ ลูกบาศก์หน่วย ได้ 5 ลูกบาศก์

∴ ใน ๑ แผ่นมีจำนวนลูกบาศก์ = 5×5 ลูกบาศก์

ใน ๕ ,, ,, ,, = $5 \times 5 \times 5$ ลูกบาศก์
 5 คือด้านกว้าง 5 จำนวนที่ ๒ คือด้านยาว 5 อีกตัว
 หนึ่ง คือส่วนสูง

∴ ปริมาตรของลูกบาศก์ = กว้าง × ยาว × สูง

แต่ กว้าง × ยาว = พื้นที่ฐานของลูกบาศก์

∴ ปริมาตรของลูกบาศก์ = พื้นที่ฐาน × สูง

ทำนองเดียวกันนี้ ไม่ว่าจะเป็นรูปทรงกระบอกหรือรูป
ปริซึม ฐานอย่างไหน ถ้าสูงที่หน้อย เราคงตัดออกเป็นแผ่น ๆ
ได้เท่านั้นแผ่น และจำนวนลูกบาศก์ในแผ่นนั้น ๆ ก็มีจำนวน
เท่ากับพื้นที่ฐาน

จึงตั้งสูตรรวมกันได้ว่า—

ปริมาตร (ของรูปพื้นที่หน้าเท่ากันทั้งสองข้าง) = พื้นที่ฐาน × สูง

ตัวอย่างที่ ๑ จงหาปริมาตรของรูปลูกบาศก์ซึ่งกว้างยาว
สูงด้านละ ๖ ซม.

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \text{ปริมาตรของลูกบาศก์} &= \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูง} \\ &= \text{กว้าง} \times \text{ยาว} \times \text{สูง} \\ &= 6 \times 6 \times 6 \\ &= 216 \text{ ลูกบาศก์ ซม.} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ ๒ จงหาปริมาตรของรูปทรงกระบอก สูง
๕ นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลาง ยาว ๗ นิ้ว

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ ปริมาตร} &= \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูง} \\
 &= \pi \times (\text{รัศมี})^2 \times \text{สูง} \\
 &= \frac{22}{7} \times \frac{7}{2} \times \frac{7}{2} \times 5 \\
 &= 192 \frac{1}{2} \text{ ลูกบาศก์นิ้ว}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ ๓ จงหาปริมาตรของรูปปริซึม สูง 8 ซม. ฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู มีด้านขนานกันยาว 3 และ 4 ซม. และเส้นตั้งฉากระหว่างด้านขนานคู่ นั้นยาว $2\frac{1}{2}$ ซม.

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ ปริมาตร} &= \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูง} \\
 &= \frac{1}{2} \times \text{เส้นตั้งฉาก} \times (\text{ผลบวกด้านขนาน}) \times \text{สูง} \\
 &= \frac{1}{2} \times \frac{5}{2} \times (3+4) \times 8 \text{ ลูกบาศก์ ซม.} \\
 &= \frac{1}{2} \times \frac{5}{2} \times 7 \times 8 \\
 &= 70 \text{ ลูกบาศก์ ซม.}
 \end{aligned}$$

แบบฝึกหัดที่ ๘

จงหาปริมาตรของรูปลูกบาศก์

(๑) กว้าง, ยาวและสูงด้านละ 4 นิ้ว

- (๒) กว้าง, ยาวและสูงด้านละ $2\frac{1}{2}$ นิ้ว
- (๓) „ „ „ $5\frac{1}{2}$ ซม.
- (๔) „ „ „ 3.5 ซม.
- (๕) „ „ „ 1.4 นิ้ว
- (๖) „ „ „ $4\frac{1}{2}$ ซม.
- (๗) สูง 11 ซม. รัศมียาว 3.5 ซม.
- (๘) สูง 6 นิ้ว รัศมียาว 1.4 นิ้ว
- (๙) สูง 10 ซม. รัศมียาว 2.8 ซม.
- (๑๐) สูง 8 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลางยาว 14 นิ้ว
- (๑๑) สูง 5 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.1 นิ้ว
- (๑๒) สูง 8 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลางยาว 7 ซม.
- (๑๓) สูง $5\frac{1}{2}$ นิ้ว เส้นรอบวงยาว 22 นิ้ว
- (๑๔) สูง 15 ซม. เส้นรอบวงยาว 55 ซม.
- จงหาปริมาตรของรูปปริซึม
- (๑๕) สูง 12 ซม. ฐานเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า [กว้าง 6 ซม. ยาว 8 ซม.]
- (๑๖) สูง 7 นิ้ว ฐานเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 2 นิ้ว ยาว 3.2 นิ้ว

- (๑๗) สูง 16 ซม. เป็นสามเหลี่ยม มีด้านหนึ่งยาว 10 ซม. และเส้นตั้งฉาก 6 ซม.
- (๑๘) สูง 6 นิ้ว ฐานเป็นสามเหลี่ยม มีด้านหนึ่งยาว $5\frac{1}{2}$ นิ้ว และเส้นตั้งฉาก 4 นิ้ว
- (๑๙) สูง 3.6 นิ้ว ฐานเป็นสี่เหลี่ยมด้านขนาน ด้านหนึ่งยาว 4 นิ้ว เส้นตั้งฉากยาว 6 นิ้ว
- (๒๐) สูง 9 ซม. ฐานเป็นสี่เหลี่ยมด้านขนาน ด้านหนึ่งยาว 7 ซม. เส้นตั้งฉากยาว $5\frac{1}{2}$ ซม.
- (๒๑) สูง 12 นิ้ว ฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ด้านที่ขนานกันยาว 8 นิ้ว และ 6 นิ้ว และเส้นตั้งฉากระหว่างด้านขนานคู่หนึ่งยาว 4.3 นิ้ว
- (๒๒) สูง 15 ซม. ฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ด้านที่ขนานกันยาว 7 และ 9 ซม. เส้นตั้งฉากระหว่างด้านขนานคู่หนึ่งยาว 6.6 ซม.
- (๒๓) สูง 3 นิ้ว ฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า มีเส้นทะแยงมุมยาว $10\frac{2}{3}$ นิ้ว และเส้นออฟฟเซตยาว 6 และ 2 นิ้ว

- (๒๔) สูง 8 ซม. ฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูไม่เท่า มี
เส้นทะแยงมุมยาว 15 ซม. และเส้นขอบฟุตเชด
ยาว 7.3 และ 3.7 ซม.

การหาปริมาตรของสิ่งของซึ่งเป็นก้อนเล็กๆ และน้ำ
โดยใช้วิธีตวงได้ครื่องตวง

มาตราตวงของสยามใช้สำหรับตวงข้าวและอื่น ๆ

- | | | | | | | |
|----|-------|--------|------|---|--------|--------|
| 20 | ทะนาน | (หลอด) | เป็น | 1 | ดัต | (หลอด) |
| 50 | ดัต | (หลอด) | „ | 1 | บั้น | (หลอด) |
| 2 | บั้น | (หลอด) | „ | 1 | เกวียน | (หลอด) |

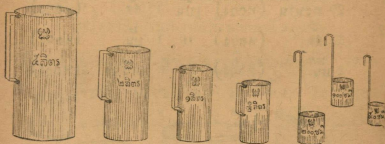


รูปที่ ๓๓ เครื่องตวงข้าว

เมื่อใส่ของลงไปเต็มเครื่องตวงมาตราใด ก็ได้ว่าเป็น
จำนวนเท่านั้น เทียบกับมาตราเมตริก 1 ทราน = 1 ลิตร

มาตราเมตริกใช้สำหรับตวงของเหลว

1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร	เป็น	1 ลิตร
10 ลิตร	„	1 เดคาลิตร
10 เดคาลิตร	„	1 เฮกโตลิตร
10 เฮกโตลิตร	„	1 กิโลลิตร



รูปที่ ๓๔ เครื่องตวงของเหลว

มาตราของอังกฤษสำหรับใช้ตวง

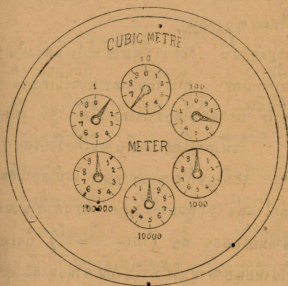
5 ออนซ์	เป็น	1 จิลล์
4 จิลล์	„	1 ไพนต
2 ไพนต	„	1 ควอร์ต
4 ควอร์ต	„	1 แกลลอน

เทียบมาตรฐานอังกฤษ กับ เมตริก

1 กิลอลิตร = 220 แกลลอน

1 ลิตร = 61.027 ลูกบาศก์นิ้ว

การวัดน้ำประปา การประปาในประเทศไทย เรา คิดอัตรา
ค่าน้ำแก่ผู้ใช้ นับเป็นจำนวนลูกบาศก์เมตร เครื่องวัดที่นั่น
ใช้น้ำไปจำนวนมากน้อยเท่าไร เรียกว่ามิเตอร์ มิเตอร์สำหรับ
วัดน้ำใช้วัดกระแสน้ำที่ไหล ผ่าน มิเตอร์ไป ว่าไหลไปจำนวน
เท่าไรแล้ว เมื่อน้ำไหลผ่านมิเตอร์กระแสน้ำที่ไหลจะทำให้



รูปที่ ๓๕ รูปหน้าปัดของมิเตอร์วัดจำนวนน้ำ

เครื่องจักรภายในมีเตอร์เคลื่อนไหว ทำให้เข็มที่หน้าปัทม์
เคลื่อนที่ ถ้าน้ำไหลไปเป็นจำนวน 1 ลูกบาศก์เมตร เข็มใน
วงกลมซึ่งเป็นจำนวนหน่วย (มีเลข 1 อยู่ข้างบน) จะเคลื่อนที่
ไปที่เลข 1 พอเข็มในวงกลมนี้หมุนไปได้ 1 รอบ (10 ลูกบาศก์
เมตร) เข็มในวงกลมซึ่งเป็นจำนวนสิบ (มีเลข 10 อยู่ข้าง
บน) จะเคลื่อนไป 1 ช่อง และถ้าเข็มในวงกลมจำนวนสิบหมุน
ไปได้ 1 รอบ เข็มในวงกลมจำนวนร้อย (มีเลข 100 อยู่ข้าง
บน) ก็เคลื่อนไป 1 ช่อง (ชี้ที่เลข 1) และหมุนตาม
ทำนองนี้ไปทุก ๆ วงกลม

ในรูปตัวอย่าง แสดงว่า ที่นั้นใช้น้ำไป แล้ว เป็น จำนวน
761 ลูกบาศก์เมตร ถ้าเราอยากทราบว่าในเดือนนี้ใช้น้ำไป
จำนวนเท่าไร มองดูที่มีเตอร์ก็จะทราบได้ เช่น เมื่อวันที่ ๑
เมษายน ในมีเตอร์แสดงว่าน้ำผ่านมีเตอร์ไปแล้ว 729 ลูก
บาศก์เมตร พอถึงวันที่ ๑ พฤษภาคม ในมีเตอร์แสดงว่าน้ำ
ผ่านมีเตอร์ไปแล้ว 761 ลูกบาศก์เมตร เราเอาจำนวนของวัน
ที่ ๑ เมษายนมาลบออกเสีย ($761 - 729 = 32$) ก็จะทราบได้
ทันทีว่าในเดือน เมษายนใช้น้ำไป เป็น จำนวน 32 ลูกบาศก์
เมตร

หน่วยน้ำหนัก

มาตราอังกฤษ (F.P.S.)

16 แดรม	เป็น	1 ออนซ์
16 ออนซ์	”	1 ปอนด์
14 ปอนด์	”	1 สโตน
2 สโตน	”	1 ควอร์เตอร์
4 ควอร์เตอร์	”	1 ฮันเดรดเวต
20 ฮันเดรดเวต	”	1 ตัน

มาตราเมตริก (C.G.S.)

10 มิลลิกรัม	เป็น	1 เซ็นติกรัม
10 เซ็นติกรัม	”	1 เดซิกรัม
10 เดซิกรัม	”	1 กรัม
10 กรัม	”	1 เดคากรัม
10 เดคากรัม	”	1 เฮกโตกรัม
10 เฮกโตกรัม	”	1 กิโลกรัม

น้ำหนัก 1 กิโลกรัม เขาคิดเทียบขึ้นจากน้ำหนักของน้ำ

1 ลิตร (น้ำ 1 ลิตรมีปริมาตร 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตรหรือ

จำนวนน้ำที่อยู่ในที่กว้าง 10 ซม. ยาว 10 ซม. สูง 10 ซม.
และน้ำหนักของน้ำ 4 ของค่าเซ็นติเมตรคúb))

มาตรฐานกิโลกรัม เราทำขึ้นด้วยทองขาวเป็นรูปทรง
กระบอก ให้น้ำหนักเท่ากับน้ำ 1 ลิตรเมื่อ 4 ของค่าเซ็นติเมตร
และจัดแบ่งมาตรฐานกิโลกรัม ออกเป็น ส่วนเล็ก ๆ ดังปรากฏ
เป็นมาตราเมตริก ซึ่งกล่าวมาแล้ว บัดนี้ น้ำหนักเหล่านี้
จำต้องมาใช้กันทั่วโลก

จากมาตรฐานนี้ เราสามารถบอกน้ำหนักของน้ำได้โดย
ไม่ต้องใช้ เครื่องชั่ง โดยเหตุผลต่อไปนี้

เมื่อน้ำ 1 ลิตร เท่ากับ 1000 ค.บ. ซม.

และ 1 กิโลกรัม " 1000 กรัม

จากมาตรฐานกิโลกรัม น้ำหนัก 1 กิโลกรัมเท่ากับ
น้ำหนักน้ำ 1 ลิตร

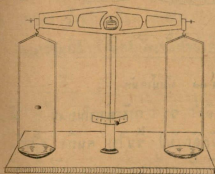
∴ น้ำ 1000 ค.บ. ซม. น้ำหนัก 1000 กรัม

คือ น้ำ 1 ค.บ. ซม. " 1 กรัม

นักเรียนจะเห็นได้โดยง่ายว่า น้ำมีปริมาตรที่ดูเบาซัก
เซ็นติเมตร ก็มีน้ำหนักเท่านั้นกรัม

เครื่องชั่งต่าง ๆ

๑. เครื่องชั่งซึ่งใช้ชั่งของอย่างประณีต ซึ่งต้องการทราบผลโดยให้ถูกต้องตามความจริง อย่างละเอียด ที่สุด เช่น

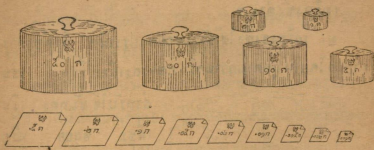


สำหรับใช้ชั่งทอง เงิน
เพชร พดุย หรือ
ใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์ เครื่องชั่งชนิดนี้มีคนชั่งยื่นออกจากหลัง แท้กันทั้ง

รูปที่ ๓๖ ตราชู

ของข้าง มีจานห้อยอยู่
ที่ปลายทั้งสองข้างดังในรูป วิธีชั่งเอาสิ่งที่จะชั่งใส่ในจานข้างหนึ่ง เช่น ใส่ในจานข้าง ค แล้วเอาตุ้มน้ำหนักใส่ในจานอีกข้างหนึ่ง คือในจานข้าง ก เพิ่มตุ้มน้ำหนักใส่ในจานจนกระทั่งเมื่อยกจานขึ้นจากที่รองแล้ว ให้คันชั่งได้ระดับไม่เอียง แล้วจึงเอาตุ้มน้ำหนักมาอ่านดู ก็จะทราบน้ำหนักของสิ่งนั้นได้ เราจะทราบได้ว่าคันชั่งเอียงหรือได้ ระดับดี นักเรียนมีมองดูเข็ม ข ถ้าเข็มนั้นตั้งได้นิ่ง หรืออยู่ตรงขีดกลางของขีดมาตราส่วน ม คันชั่งหนักก็จะได้ ระดับไม่เอียง

ตุ้มน้ำหนัก ทำเป็นรูปกระบอก มีขนาดต่าง ๆ กัน ตั้ง



รูปที่ ๓๗ ต้มน้ำหนัก

แต่ 1 กรัมขึ้นไป ส่วนที่ต่ำกว่า 1 กรัม ทำเป็นแผ่น มีดังนี้

แต่ .001 กรัม (คือ 1 มิลลิกรัม) ขึ้นไป จนถึง .5 กรัม

๒. เครื่องชั่งสำหรับชั่งของที่ไม่ต้องการผลัดพิชิตละเอียดนัก เช่น ชั่งเครื่องยาสมุนไพร เป็นต้น

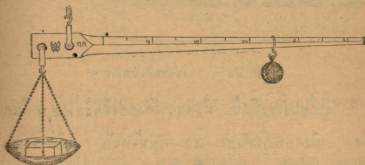
เครื่องชั่งชนิดนี้ มีคณียนจาก หลักคณียกต่างออกไปทั้งสองข้าง แต่จานอยู่บนคันชั่ง



รูปที่ ๓๘ คันชั่ง

วิธีชั่ง ก็ทำนองเดียวกับที่อธิบายมาแล้วในข้อ ๑ คือ เอาสิ่งของใดในจานข้างหนึ่ง และเอาค้มน้ำหนักใส่อีกข้างหนึ่ง แล้วดูนับจำนวนน้ำหนัก

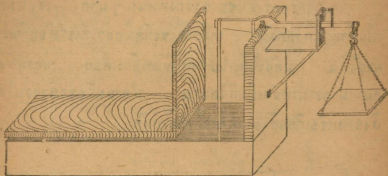
๓. เครื่องชั่งที่ใช้ชั่งสิ่งของที่หนัก ๆ มาก เช่นหนักเป็นจำนวนกิโลกรัม เครื่องชั่งชนิดนี้อย่างที่เรารู้จักกันว่าคันชั่งจีน มีคันชั่งยื่นไปจากหัวแค่ข้างเดียว และมีขีดหมายมาตราน้ำหนักเป็นกิโลกรัม มีจานหรือชอสำหรับใส่สิ่งของหรือเกว่งสิ่งของที่จะชั่งน้ำหนัก



รูปที่ ๓๘ คันชั่งจีน

วิธีชั่ง เมื่อเอาสิ่งของที่จะชั่งใส่ในจาน หรือชอหนักชอแล้ว เอ็นขึ้นดูไปตามมาตราน้ำหนักจนกระทั่งคันชั่งได้ระดับไม่เอียง แล้วจึงอ่านน้ำหนักตามขีดหมายมาตราน้ำหนักนั้น ในรูปที่ ๓๘ สิ่งที่จะชั่งหนัก $3\frac{1}{2}$ กิโลกรัม

๔. เครื่องชั่งสำหรับใช้ชั่งสิ่งของที่มีน้ำหนักมาก ๆ เช่นสินค้าต่าง ๆ ที่จะส่งทางเรือ หรือทางรถไฟ

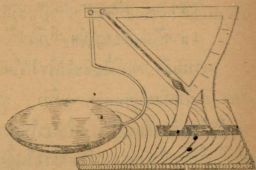
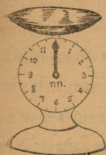


รูปที่ ๔๐ เครื่องชั่งของหนักมาก ๆ

เครื่องชั่งชนิดนี้ มีแท่นวางตั้งของที่จะชั่งอยู่ เหนือคานคัต เพื่อชั่งกับคานซึ่งจะวางค้อนน้ำหนัก เครื่องชั่งชนิดนี้เราจะเห็นได้ง่ายตามสถานีรถไฟ

วิธีชั่ง เอาสิ่งที่จะชั่งวางบนแท่น น้ำหนักของสิ่งของจะกดคานคัต ทำให้คานซึ่งยกสูงขึ้น เอาค้อนน้ำหนักได้จำนวนซึ่งจำนวนซึ่งลดลงมาได้ระบียบตรง แล้วอ่านน้ำหนักจากค้อนน้ำหนักนั้น

เครื่องชั่งชนิดไฮโดรเมตริก หรือเครื่องชั่งดำเร้า เครื่องชั่งชนิดนี้ใช้อย่างพอเอาสิ่งที่จะชั่งวางลงไปบนจาน เติมจะหมุนไปทีละนิดจนกว่าจะสมดุลคานน้ำหนักของสิ่งนั้นเพียงไร



รูปที่ ๔๑ เครื่องขงสำเร็จ

การจัดเวลา ๑ ปี คือ ระยะเวลาที่ โลกเดินรอบดวงอาทิตย์ ๑ รอบ

ในระยะเวลา ๑ ปี แบ่ง ออกเป็น ๑๒ ระยะ ระยะหนึ่ง เรียกว่า ๑ เดือน (แต่ทางจันทรคติ ที่อย่างชาวบ้านเราเรียก ข้างขึ้นข้างแรม นับเวลาที่พระจันทร์เดินรอบโลก ๑ รอบ เรียกว่า ๑ เดือน)

ในระยะเวลา ๑ เดือนแบ่งออกเป็น ๓๐ วัน (บางเดือนแบ่งออกเป็น ๓๑ วัน) : หรือจะพูดอีกอย่างหนึ่งว่าในระยะเวลา ๑ ปี แบ่งออกเป็น ๓๖๕ วัน

๑ วันแบ่งออกเป็น ๒๔ ชั่วโมง (กลางวัน ๑๒ ชั่วโมง กลางคืน ๑๒ ชั่วโมง) ง

1 ชั่วโมง แบ่งออกเป็น 60 นาที

1 นาที แบ่งออกเป็น 60 วินาที

ความเร็ว คนหนึ่งเดินไปโรงเรียน คนหนึ่งขึ้นรถไปโรงเรียน
นักเรียนย่อมทราบทันทีว่า คนที่ขึ้นรถไปโรงเรียน
ถึงโรงเรียนก่อน หรือเราไปทางอยุธยาโดยทางรถไฟ
ย่อมไปถึงก่อนไปโดยทางเรือ การที่ไปถึงก่อนถึงหลัง ก็เพราะ
ความเร็วต่างกัน รถไฟมีความเร็วมากกว่าเรือกลไฟ จึงไป
ถึงก่อน เช่นนี้เป็นต้น เมื่อกล่าวมาถึงนี้แล้วนักเรียนคงคิด
ได้ว่า ความเร็วก็คือ เวลาที่สั้นไปในการเดินทางของสิ่งใด
สิ่งหนึ่ง ไปจากตำแหน่งหนึ่งถึงอีกตำแหน่งหนึ่ง

แต่ที่นิยมกันนั้นเขามักจะกล่าวกันโดย ถือเอาหนึ่งชั่วโมง
เป็นเวลากำหนด เช่นรถไฟมีความเร็ว 30 ไมล์ต่อ 1 ชั่วโมง
หมายความว่ารถไฟเดินในเวลา 1 ชั่วโมงไปได้ 30 ไมล์ หรือ
อากาศยานมีความเร็ว 400 กิโลเมตรต่อ 1 ชั่วโมง หมายความว่า
ในเวลา 1 ชั่วโมงเดินไปได้ 400 กิโลเมตร แต่บาง
ครั้งก็นิยมเรียกความเร็วโดยกำหนดเวลา 1 วินาที เช่น
เท่านี้เท่านี้ฟุตต่อวินาที หรือเท่านี้เท่านี้เซนติเมตรต่อ
1 วินาที ฉะนั้นจะหาความเร็วของสิ่งใดก็ตาม ก็ใช้วิธีหา
กำหนดเวลา 1 ชั่วโมง หรือ 1 วินาที เป็นเกณฑ์

ตัวอย่าง รถไฟเดินได้ 150 ไมล์ในเวลา 3 ชั่วโมง มีความเร็วเท่าไร ต่อ 1 ชั่วโมง และต่อ 1 วินาที

ในเวลา 3 ชั่วโมง รถไฟเดินได้ 150 ไมล์

$$\therefore \text{,, 1 ,, ,, } \frac{150}{3} = 50 \text{ ไมล์}$$

$$1 \text{ ชั่วโมง} = 60 \text{ นาที} = 60 \times 60 \text{ วินาที} = 3600 \text{ วินาที}$$

$$1 \text{ ไมล์} = 1760 \text{ หลา} = 1760 \times 3 \text{ ฟุต}$$

$$\therefore 50 \text{ ไมล์} = 50 \times 1760 \times 3 \text{ ฟุต}$$

$$\text{ในเวลา 3600 วินาที รถไฟเดินได้ } 50 \times 1760 \times 3 \text{ ฟุต}$$

$$\text{,, 1 ,, ,, } \frac{50 \times 1760 \times 3}{3600} \text{ ,,}$$

$$= 73 \frac{1}{3} \text{ ฟุต}$$

$$\text{ตอบ รถไฟมีความเร็ว } \begin{cases} 50 \text{ ไมล์ต่อ 1 ชั่วโมง} \\ 73 \frac{1}{3} \text{ ฟุตต่อ 1 วินาที} \end{cases}$$

แบบฝึกหัดที่ ๘

จงแตกเป็นวินาที

$$(๑) \text{ 2 ชั่วโมง 30 นาที } \quad (๒) \text{ ๓.๕ ชั่วโมง 8 วินาที}$$

$$(๓) \text{ 1 ชั่วโมง 50 นาที 12 วินาที}$$

$$(๔) \text{ 3 ชั่วโมง 22 นาที 6 วินาที}$$

จงแตกเป็นชั่วโมง, นาที, วินาที

(๕) 4200 วินาที (๖) 12000 วินาที

(๗) 1500 วินาที (๘) 263 วินาที

จงหาความเร็ว ตอบเป็น ต่อ 1 ชั่วโมง และต่อ 1 วินาที

(๙) รถไฟเดินได้ทาง 240 ไมล์ ในเวลา 6 ชั่วโมง

(๑๐) เรือกลไฟเดินได้ 120 ไมล์ ในเวลา $5\frac{1}{5}$ ชั่วโมง

(๑๑) ชีวรถจักรยานไปยังที่ห่างจากที่ออก 1000 กิโลเมตร
ในเวลา $6\frac{2}{3}$ ชั่วโมง

(๑๒) รถไฟเดินได้ 160 กิโลเมตร ในเวลา $2\frac{2}{3}$
ชั่วโมง

(๑๓) รถไฟเดินได้ 1220 กิโลเมตร ในเวลา 30
ชั่วโมง

(๑๔) เรือ กลไฟ เดิน ได้ 250 กิโลเมตร ใน เวลา
 $12\frac{1}{2}$ ชั่วโมง

บทที่ ๓ สสาร และการเปลี่ยนแปลง

ก่อนที่จะอธิบายถึงคำว่าสสาร นักเรียนจงพิจารณาข้อ
ความต่อไปนี้

เอาหนึ่งสี่วางบนโต๊ะ เรามองดูก็จะเห็นว่าหนึ่งสี่อยู่บนโต๊ะ เพราะเราเห็นได้ด้วยตาของเรา ถ้าเอาผ้าผูกตาเสีย เราจะไม่ว่าน้ำหนึ่งสี่อยู่บนโต๊ะหรือเปล่า แต่ถ้าเราเอามือคลำดู เราต้องทราบได้ว่าน้ำหนึ่งสี่หรือไม่ ในระหว่างที่เราผูกตาอยู่นั้น ถ้าเขาเอาขวดแอมโมเนียหรือขวดน้ำมันยูคาลิปตัสมาวางลงบนโต๊ะ และเบียดๆ เขาก็สามารถจะบอกได้ว่าบนโต๊ะนั้นมีขวดแอมโมเนีย หรือขวดยูคาลิปตัส เพราะเราได้กลิ่นของมัน หรือเขาเอากะดังมาต้อนในบริเวณนั้น เขาก็สามารถบอกได้ว่า เขาดังกระดิ่ง เพราะเราได้ยินเสียงเกิดสัมพันธ์กับน้ำค้างทราย ถ้าเราไม่สังเกตโดยตรงจะทราบได้โดยยากว่าไหนเป็นเกิดสัมพันธ์ ไหนเป็นน้ำค้างทราย ถ้าเราชิมดู เราจะบอกได้ทันทีว่าอย่างไหนเป็นอะไร

นักเรียนคงจะเห็นจริงแล้วว่า เราจะทราบถึงสิ่งของต่างๆ ได้ด้วยอาการทั้ง ๕ คือ

- (๑) มองดูด้วยตา
- (๒) ต้มผัสด้วยกาย
- (๓) ได้ยินด้วยหู
- (๔) ตมด้วยจมูก
- (๕) ชิมด้วยลิ้น

สิ่งต่าง ๆ ที่เราสามารถรู้ได้ด้วยอาการทั้ง ๕ แต่อย่างใดอย่างหนึ่ง^๕ ทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า สสาร

สิ่งต่าง ๆ ทุกสิ่งทุกอย่างย่อมต้องมีฐานที่อยู่ และเมื่อตั้งอยู่ที่ใดในเวลาใด ในสถานที่^๕ หนึ่ง^๕ หนึ่ง^๕ หนึ่ง^๕ เป็นของสิ่งนั้น ๆ

จากเหตุผลที่กล่าวมา^๕ จึงตั้งคำถามถึงความจริงได้ว่า สสารก็คือ สิ่งที่เราสัมผัสได้ด้วยอาการทั้งห้า แต่อย่างใดอย่างหนึ่ง และต้องการพินด้วยเสมอไป

พวกเรารู้จักลวดของหรือชนมจันต์ ก่อนที่จะเป็นลวดของหรือชนมจันต์ ก็คือ แบ่งซึ่งเป็นผดระเอียด เมื่อเขาประสมกัน^๕ และบีบออกทางรูภาชนะให้ลงในน้ำที่กำดั่งเค็ด^๕ ๆ ก็กลายเป็นลวดของหรือชนมจันต์ ทำนองเดียวกัน^๕ สิ่งของต่าง ๆ ทุกอย่างในโลก ย่อมประกอบขึ้นด้วยผดระเอียด

หากว่านักเรียนยังไม่มั่นใจก็ลองเอาชิ้น แก้ว ได้ ครกคำตุ^๕ เนื้อที่เดียว เมื่อตำไปนาน ๆ ชิ้นแก้วนั้นจะกลายเป็นผดระเอียด^๕ นี่ก็เป็นเครื่องแสดงให้เห็นว่า แก้วประกอบขึ้นได้ด้วยผดระเอียด

ผดที่ละเอียดขึ้นหนึ่ง^๕ ซึ่งเราจะคิดแบ่งออกอีกไม่ได้แล้ว ทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า อนุ แต่ขอให้นักเรียนระลึกไว้ด.๒

ว่าผืนเด็กที่สุกเท่าไรก็ตาม ถ้าเรายังแฉเห็นด้วยตาเปล่าได้
เราก็ก้ามารดจะตัดแบ่งออกได้อีกเสมอไป เราจะคิดแบ่งอีก
ไม่ได้คือเมื่อเราแฉไม่เห็นผืนนั้นแล้ว จากเหตุผลที่กล่าว
มาฉนั้น เราคงทราบส่วนประกอบของสสารว่า สสารย่อม
ประกอบขึ้นด้วยอนุ

ตามธรรมชาติอันเล็ก ๆ หลายอันมารวมกันเป็นก้อน หนึ่ง
เด็ก ๆ เหล่านี้ย่อมมีต้นกเป็นเนื้อเดียวกันได้ และต้องมี
ช่องโหว่อยู่ระหว่างชั้นเหล่านี้ภายในก้อน เมื่อ สสาร
ประกอบเป็นรูปร่างขึ้นด้วยอนุ ฉนั้น ภายในสสารย่อม
เต็มไปด้วยช่อง

การทดลองที่ ๑ เครื่องใช้ ขวดก ห้มกดำ หรือ
ห้มกแดง

เอาขวดกจุ่มลงไปใต้น้ำห้มก ขกขึ้นมาขวดกซึ่งเคยเป็น
สีขาวจะกลายเป็นดำตามสีของห้มก ทำไมห้มกจึงติดกับขวดก
ขึ้นมาได้ เพราะเหตุที่ว่าภายในขวดกเต็มไปด้วยช่อง ห้มก
จึงซึมเข้าไปในขวดกได้

การทดลองที่ ๒ เครื่องใช้ น้ำ กระดาษ หรือไม้

เอาน้ำราดลงบนกระดาษหรือไม้ กระดาษหรือไม้^{นี้}
 ย่อมชุ่มไปด้วยน้ำ ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ก็เพราะกระดาษ
 หรือไม้ยอม^{น้ำ}ซึม^{น้ำ}เข้าไปด้วยช่อง^{น้ำ} น้ำจึงซึมเข้าไปในกระดาษ
 หรือไม้

การทดลองที่ ๓ เครื่องใช้ ทองคำ พรอท

เอาทองคำจุ่มลงไป^{น้ำ}ในพรอท ยกขึ้นมาทองคำจะกลายเป็นสีขาว เหม็นฉุน^{น้ำ}ของพรอท เพราะเหตุว่าภายในทองคำ^{น้ำ}
 ย่อมมีช่อง ฉะนั้นพรอทจึงซึมเข้าไปอยู่ในทองคำได้

ความชื้นยอม^{น้ำ}ทำให้ อณูของวัตถุเคลื่อนไหวได้ จะ
 พิสูจน์ให้เห็นง่าย ๆ น้ำเอตังไฟนาน ๆ เราจะเห็นน้ำเดือด
 เวลา^{น้ำ}น้ำเดือดถ้าเราสังเกตให้ดีจะเห็นว่า น้ำ^{น้ำ}ฟุ้งไปทั่วกัน
 หมด ตอน^{น้ำ}นั้นไปทางโน้น ตอน^{น้ำ}โน้นมาทางนี้ แต่กว่าเราจะ
 เห็นอณูของน้ำ เคลื่อนไหว ก็ต้องใช้^{น้ำ}ความชื้น เป็นจำนวน มาก
 แต่ความจริง จะมีความชื้น แต่น้อยก็ทำให้ อณู เคลื่อนไหวด้วย
 เหมือนกัน เพื่อจะให้^{น้ำ}มันเหมาะ แก่^{น้ำ}มันเย็น ช่น^{น้ำ}นี้ จึงขอให้
 นักเรียนยอม^{น้ำ}เชื่อว่า อณูของสสารนั้นยอมจะเคลื่อนไหว
 ไปมาอยู่เสมอ เพราะเมื่ออณูของสสารนั้นเล็กที่สุด จน
 เรา แล^{น้ำ}ไม่ เห็นได้แล้ว การ เคลื่อนไหว แต่น้อย ๆ ของ อณู

เราก็ย่อมแต่เห็นไม่ได้ด้วยเอง เราจะแต่เห็นได้ก็ต่อเมื่อมันมี
 ความร้อนจัดมากจนจะเปลี่ยนภาวะหรือเปลี่ยนรูปของมัน ขอ
 ให้นักเรียนนึกเปรียบเทียบกลุ่มของแมลงตัวเล็กๆ ซึ่งบิน
 อยู่เป็นกลุ่มก้อน เช่น แมลงหวี่ หากเรายืนอยู่ห่างสักหน่อย
 เราจะแต่เห็น แต่เพียงแมลงเหล่านั้นบินอยู่เป็นกลุ่ม แต่ไม่
 เห็นว่า ตัวใดบินไปทางไหนต่อทางไหน กลุ่มของสัตว์
 ซึ่งอนุเล็กกว่าแมลงมากต่อมากนั้นก็ เราก็คงแต่ไม่เห็นว่
 อนุชิ้นใดเคลื่อนไหวไปทางไหน แต่ความจริงมันย่อมเคลื่อน
 ไหวไปมาเสมอ เพราะมันได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์
 อยู่ตลอดเวลา

นักเรียนลองมองดูให้รอบตัวเรา จะไม่เห็นเลยว่า อะไร
 ไม่เป็นสัตว์ ในห้องเรียนก็มีโต๊ะเรียน ม้านั่ง รูปภาพ
 ขวดหมึก ไม้บรรทัด ฯลฯ ซึ่งเป็นสัตว์ทั้งนั้น แม้จน
 กระทั่งเพื่อนนักเรียน หรือคุณครูที่สอน ก็ไม่พ้นจากการเป็น
 สัตว์ มองออกไปทางหน้าต่างก็เห็น ต้นไม้ นก ผู้เดิน
 แมลงปอ ฯลฯ ก็เป็นสัตว์ทั้งนั้น แต่ในสัตว์เหล่านั้นมี
 แตกต่างกัน เช่น เพื่อนนักเรียน คุณครู หรือผู้เดิน เป็นพวก
 ที่มีความรู้สึก สามารถทำอะไรตามความต้องการได้ ส่วน

จำพวกโต๊ะ ขวดหมึก ไม้บรรทัด ฯลฯ ไม่มีจิตใจ ไม่มีความรู้สึกนึกคิดอะไร

ตามที่กล่าวมาแต่ฉนี้ เราคงแบ่งได้ว่า วัตถุรอบตัวเรามีอยู่สองชนิด คือ

๑. 'สิ่งที่มีชีวิต เช่น มนุษย์ สัตว์ ต้นไม้

๒. สิ่งที่ไม่มีชีวิต เช่น ขวดหมึก โต๊ะ ฯลฯ ในเรื่องสิ่งที่ไม่มีชีวิตยังแบ่งออกเป็น ๒ พวก คือของแข็งและของไหล

๑. ของแข็ง ได้แก่สิ่งของ เช่น ก้อนหิน ก้อนโลหะต่าง ๆ หนังสือ ขวดหมึก ฯลฯ ถ้าเราเอาก้อนหินวางไว้ไม่ไปทำอะไรมัน เดิมก้อนหินมีรูปร่างอย่างไร มีขนาดเท่าไร ต่อไปมันก็มีรูปร่างอย่างนั้น และขนาดเท่านั้น คงเดิมไม่เปลี่ยนแปลงไป จึงให้คำจำกัดความว่า ของแข็ง คือสสารจำพวกที่ถ้าไม่มีอำนาจอันใดมาทำลายมัน รูปร่างและขนาดของมันจะไม่เปลี่ยนแปลง

๒. ของไหล แบ่งเป็นสองอย่าง คือ

ก. ของเหลว ได้แก่สสารจำพวกน้ำ ถ้าเราเอาน้ำใส่ถ้วยแก้ว น้ำก็จะมีรูปเป็นถ้วยแก้ว ถ้าเอาเทใส่ขวดน้ำ ก็จะเป็นขวด . . . ไม่ว่าเราจะเอาน้ำใส่ภาชนะอะไร น้ำนั้นก็ยังมี

รูปอย่างเดียวกับภาชนะนั้นๆ แต่จำนวนของน้ำคงเป็นจำนวนเท่าเดิม จึงให้คำจำกัดความว่า ของเหลว คือ สสารจำพวกที่มีรูปเปลี่ยนแปลงได้ แต่ขนาดคงเท่าเดิม

ข. แก๊ส ได้แก่องค์สารจำพวกที่เป็นอากาศ เช่น ก๊าซไฟ ไอน้ำ ออซิเจน ฯลฯ ขอให้เราได้สังเกตดูควันจากปากของไฟหรือก้อนเมฆ ครั้งแรกเราจะเห็นเป็นรูปอย่างหนึ่ง ต่อไปอีกสักหน่อยจะเห็นเป็นรูปอีกอย่างหนึ่ง ขนาดก็เช่นเดียวกัน ประเดี๋ยวก็มีขนาดใหญ่ ประเดี๋ยวก็แยกกันออกไป มีขนาดเล็กจนมองไม่ค่อยได้ จึงให้คำจำกัดความว่า แก๊ส คือ สสารจำพวกที่มีรูปและขนาดเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ

การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร

การทดลองที่ ๑ เอาก้อนน้ำแข็งใส่ในถ้วยแก้วตั้งไว้ เอาเทอร์มอมิเตอร์ (เครื่องวัดอุณหภูมิ) วัดดูว่าปรอทในเทอร์มอมิเตอร์ลดลงถึงขีดใด

เขาดึงทั้งถ้วยน้ำแข็งระเหยหมด (จะเข้เข้แข็งให้ก็ได้) แล้วเอาเทอร์มอมิเตอร์วัดดูอีก จะเห็นว่าปรอทในเทอร์มอมิเตอร์ขึ้นสูงกว่าเมื่อวัดก้อนน้ำแข็ง

เขาขึ้นตึงไฟจนกระทั่งน้ำเดือด จะเห็นไอน้ำจากถ้วย

เขาเทอรัมมิเคอรวัด จะเห็นว่าปรอทขึ้นสูงกว่าเมื่อวัดครั้งที่สองมากที่สุด

การทดลองที่ ๒ เขาผสมใส่ภาชนะแล้วเขาเทอรัมมิเคอรวัดดูได้ว่า ปรอทขึ้นเพียงใด

แล้วเขาชนคังไฟจนขมวดระคาย แล้ววัดดูด้วยเทอรัมมิเคอรวัดอีกครั้ง ยกลงจากเตาไฟวางทิ้งไว้ ขมวดจะกลับแข็งดังเดิม

การทดลองที่ ๓ ทำนองเดียวกับการทดลองที่ ๒ แต่เปลี่ยนใช้ตะกั่วแทนขมวด

จากการทดลองนี้ นักเรียนย่อมคิดเห็นได้ว่า วัตถุเมื่อได้รับความร้อน ย่อมเปลี่ยนสถานะของมัน บางอย่างก็เปลี่ยนแปลงได้ ๓ ชนิด เช่น น้ำแข็งเป็นของแข็ง พอได้รับความร้อนกลายเป็นน้ำ คือของเหลว และเมื่อได้รับความร้อนต่อไปอีกจะกลายเป็นไอน้ำ คือ แก๊ส ทำนองเดียวกัน ถ้าไอน้ำได้รับความเย็น (คือมีความร้อนน้อยลง) ก็จะกลายเป็นน้ำ คือของเหลว และเมื่อถูกความเย็นจัดขึ้นอีกก็จะกลายเป็นน้ำแข็ง คือ ของแข็ง บางอย่างก็เป็นได้สองสถานะ เช่น ดินน้ำมันเป็นของแข็ง พอถูกความร้อนจัดขึ้นก็กลายเป็นของเหลว

เช่น ไข้หวัด ไข้หวัดใหญ่ และเมื่อเป็นของเหลวอยู่แล้ว พอได้รับความเย็นก็กลายเป็นของแข็ง

รวมความว่า สสารจะเปลี่ยนแปลงสถานะได้โดยความร้อน คือได้รับความร้อนมากขึ้นหรือมีความร้อนน้อยลง (ถูกความเย็น)

พวกเราพูดถึงการเปลี่ยนแปลงสถานะของวัตถุ จึงได้จัดทำประโยชน์มากมาย

โลหะแข็งเรา เอาไปหลอม โดยทำให้ร้อนจัดขึ้นจนละลายแล้ว จึงเอามาทำเป็นของต่าง ๆ ไปได้โดยสะดวก เช่น ทำเป็นภาชนะต่าง ๆ หรือเครื่องแก้วต่าง ๆ

หรือสามารถเอาของ หดหาย ๆ ดึงมาหลอม รวมเข้าด้วยกัน ทำให้มีคุณสมบัติอื่นกว่าเดิม เช่น เหล็กกล้า

ความรู้สึกร้อนหนาว ในโลกส่วนต่าง ๆ ย่อมมีความร้อนหนาวต่าง ๆ กัน สุดแต่อยู่ใกล้หรือไกลจากดวงอาทิตย์ (จะทราบเหตุผลได้ไม่ช้าต่อไป) ฉะนั้นคนเราอยู่ในส่วนใดก็ต้องแต่งกายตามภูมิประเทศนั้น ๆ เช่น คนที่อยู่ในประเทศหนาว ก็ต้องใส่เสื้อผ้าหนา ๆ และใส่หลายชั้น เพื่อให้ร่างกายได้รับความอบอุ่น ส่วนที่อยู่ในประเทศร้อน เช่น ประเทศ

เราก็ใช้เส้นผ่าวง ๆ หรือเส้นผ่าแคบย่น

ในปีหนึ่ง ๆ ในภูมิประเทศหนึ่ง ๆ เราวัดรู้ถึงความร้อนหนาวต่าง ๆ กัน เช่น ในประเทศเรา ตั้งแต่เมษายนถึงกันยายน เราจะวัดรู้ร้อนกว่า ตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนมีนาคม เนื่องจากประเทศเราอยู่เหนือกว่าศูนย์สูตร และระหว่างเดือนเมษายนถึงกันยายน ทางเหนือของโลกเฉียงเข้าหาดวงอาทิตย์ และเมื่อเดือนตุลาคมถึงมีนาคม โลกทางใต้เฉียงเข้าหาดวงอาทิตย์ ส่วนทางเหนือหันห่างออกจากดวงอาทิตย์

ในวันหนึ่ง ๆ ความรู้ร้อนหนาวก็ยิ่งแตกต่างกันอีก เช่น ตอนเช้าและตอนเย็นย่อมรู้ดีกว่า มีความร้อนน้อยกว่าตอนกลางวัน เพราะเหตุว่า ในตอนเช้าและตอนเย็นเราอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์มากกว่าในตอนกลางวัน ท่านลองเดี๋ยวก่อน ในตอน กลาง ค่ำ ย่อม มีความรู้ดีเยี่ยมมากกว่า ตอนกลางวัน เพราะตอนกลางคืนเราอยู่ห่างจาก ดวง อาทิตย์ มากกว่าตอนกลางวัน

(ในตอนนี้ ครูควรให้นักเรียนทดลองยืนอยู่ใกล้ไฟ และอยู่ไกลไฟ นักเรียนจะได้รู้ดีกว่า เมื่ออยู่ใกล้ไฟย่อม

ร้อนมากกว่าอยู่ใกล้ไฟ แล้วจึงเปรียบเทียบให้เห็นว่า เมื่อใกล้ดวงอาทิตย์ย่อมร้อนกว่าเมื่ออยู่ไกลดวงอาทิตย์)

จากเหตุผลที่กล่าวมาแล้ว เราจะเห็นว่าความรู้ดีกร้อนหนาวย่อมไม่คงที่ สุดแต่เหตุการณ์ภายนอก เช่นอยู่ใกล้หรือไกลดวงอาทิตย์ หรือลมพัดผ่านอากาศหนาวมาสู่

ความรู้ดีกร้อนหนาวในกลางแจ้งหรือในร่มก็ไม่เหมือนกัน ถ้าเอาเทอร์มิอมิเตอร์ไปอ่านในที่กลางแจ้ง จะเห็นว่าปรอทในเทอร์มิอมิเตอร์ ขึ้นสูงกว่าเมื่อเอามาในที่ร่ม หมายความว่าอากาศภายนอกมีความรู้ดีกร้อนมากกว่าภายในร่ม

การระเหยกกลายเป็นไอของน้ำ

เอาน้ำใส่ในถ้วยแก้ว แล้วเอาไปตั้งไว้ในที่ร้อน ในที่แจ้ง ในที่ห้องลม แห้งสะอาด ให้นักเรียนสังเกตดูว่าน้ำมีอยู่เพียงใด โดยทำเครื่องหมายขีดไว้ ค่อยไปอีกหลาย ๆ วันจึงให้นักเรียนดู จะเห็นว่าน้ำในถ้วยแก้วหายไป น้ำหายไปไหน?

ถ้าเบี่ยงหน้าเอาฝั่งลมหรือฝั่งแดดไว้ฝาจะแห้งดังเดิม น้ำหายไปไหน?

หลังจากฝนตก พอสาดแดดออก น้ำก็เย็นลงถึงเกิดอุณหภูมิลดลง
ที่บ้าน หรือบนถนน จะเห็นคนขาย ๆ คอยนำน้ำขึ้นจากหลั
ง การที่เราได้เห็นคนขายนำไฟลดยขึ้นจากหลัง คือ
นำกลายเป็น้ำ ดึงที่กลายคณไฟก็คือน้ำนั่นเอง

น้ำหายไปจากถ้วยแก้ว น้ำหายไปจากผ้าเปียก คือ
นำกลายเป็น้ำลอยไปในอากาศ

น้ำในกาต้มน้ำ เมื่อเดือดแล้วจะเห็นว่าน้ำหายไป คือ
เหตุมีจำนวนน้อยกว่าเมื่อแรกได้ ถ้าเราสังเกตดูจะเห็นว่า
เมื่อน้ำได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นแล้ว จะมีสิ่งกลายคณไฟขึ้น
ทางพวยกา และเมื่อปรากฏว่าน้ำหายไปจากกาต้มน้ำ และ
ปรากฏเป็สิ่งกลายคณไฟเกิดขึ้น ฉะนั้นน้ำก็กลายเป็สิ่ง
ที่กลายคณไฟ ซึ่งเราเรียกว่าไอน้ำ

จากการทดลองและความสังเกตจากความจริงดังกล่าวนี้นี้
แล้ว เราคงทราบได้ว่า น้ำเมื่อได้รับความร้อนจะระเห
ยกลายเป็น้ำลอยขึ้นไปในอวกาศ

เวลาหุงข้าวออก พอต้มผัก หรือเอาผักไปต้มให้สุกแล้ว
เราดูดีก็เห็นไอน้ำขึ้น ก็เนื่องจากน้ำระเหยกลายเป็น้ำ น้ำเย็น
ทราบดีแล้วว่า น้ำจะระเหยกลายเป็น้ำต้องให้มีความร้อน เมื่อ

ตามพิตมาถูกตัวเราช่วยทำให้ น้ำระเหยกกลายเป็นไอเร็วขึ้น (จะ
ได้ทราบเหตุผลจากหนังสือวิทยาศาสตร์มัธยมต้นเล่ม ๓) น้ำ
จึงนำเอาความร้อนจากร่างกายคนนั้นมาใช้ในการระเหยกเรา
จึงรู้สึกเย็นสบาย

เอาน้ำอบ หรืออีเซอ หรือน้ำมันเบนซิน หยดลงบน
หลังมือ ตรงที่หยดด้วยสิ่งเหล่านี้จะรู้สึกว่าย่นกว่าคนอื่น ๆ
เป็นด้วยสิ่งเหล่านี้ระเหยเป็นไอ และดึงเอาความร้อนจากตรง
นั้นมาใช้

เอาน้ำได้จาน ๒-๓ หยด เอากระจกวางทับข้างบน
เอาอีเซอหยดลงบนกระจก ๑ หยด เมื่ออีเซอระเหยแล้ว
จึงหยดอีเซอลงอีก ๑ หยด ทำเช่นนั้นเรื่อยไปสักพักใหญ่ น้ำ
ใต้กระจกจะกลายเป็นน้ำแข็ง การที่เป็นเช่นนั้นเพราะระเหยก
ที่อีเซอระเหยจะดึงเอาความร้อนจากกระจกมาใช้ และความ
ร้อนจากน้ำก็จะเฉลี่ยมาให้กระจกด้วย น้ำจึงเย็นจนทุกที่จน
กลายเป็นน้ำแข็ง

นักเรียนคงเคยได้ยินเรื่องตุ๋นเย็น ที่บริษัทไฟฟ้าตั้งเขา
มาขายและให้เช่า เป็นเครื่องทำของให้เย็น ถ้าเราเอาน้ำ
ต้มได้ลงไปไว้ในตุ๋น เมื่อเขาออกมาจับประตานั้นจะรู้สึกว่าย่น

คล้ายกับน้ำที่ใส น้ำแข็ง การทำน้ำต้มให้เย็นโดยเอาใส่ไว้ในตู้เย็น ใช้วิธีการระเหยกลายเป็นไอของของเหลว หรือการเปลี่ยนสถานะของของเหลวนั่นเอง (ของเหลวที่เราทำขึ้นจาก แกล้งโดยลด ความร้อน และใช้ เพิ่ม ความดันให้มากขึ้น) เมื่อปฏิกิริยาของเหลวซึ่งทำจากแก๊ส เช่นแก๊สแอมโมเนีย เข้าไปตามท่อซึ่งวนอยู่รอบภายในตู้ ของเหลวนี้จะระเหยกลายเป็นแก๊ส ขณะนั้นก็ดึงเอาความร้อนจากภายในตู้มาใช้ ฉะนั้นภายในตู้จึงเย็นจัดขึ้นทุกที ในที่สุดของที่อยู่ในนั้นก็ย่อมต้องเย็นจัดไปด้วย

บทที่ ๔ ดวงอาทิตย์, โลก, ดวงจันทร์และดาว

โลก เป็นส่วนหนึ่งที่แตกมาจากดวงอาทิตย์ มีลักษณะเป็นรูปทรงกลม มีข้อพิสูจน์ได้หลายอย่างดังต่อไปนี้

๑. เมื่อดวงดาวบนท้องฟ้าเป็นรูปทรงกลมทั้งนั้น โลก เป็นดาวดวงหนึ่ง ฉะนั้นก็ต้องเป็นรูปทรงกลมไปด้วย

๒. เวลาเกิดจันทรุปราคา เงาของโลกไปบังดวงจันทร์เป็นรูปกลม ฉะนั้นโลกก็ต้องเป็นรูปทรงกลม

๓. ถ้าเราเดินออกจากตำบลหนึ่ง หันหน้าไปแต่ทางทิศเดียว และเดินทางตรงไปโดยไม่กลับหลังเลย ในที่สุดเราจะกลับมาถึงที่เดิมได้อีก นี่ก็เพราะโลกเป็นลูกทรงกลม

๔. เรายืนอยู่^{๔๕} ที่ฝั่งทะเล มีเรือแฉ่นเข้ามาหาฝั่ง ครึ่งแรกเราจะเห็นควันไฟ และต่อมาก็จะเห็นเสากะโถง. เมื่อเข้ามาใกล้ยิ่งขึ้นก็จะได้เห็นลำเรือ นี่ก็เป็นเพราะโลกกลม ถ้าหากโลกไม่กลมแล้ว เราควรต้องเห็นลำเรือก่อน เพราะลำเรือใหญ่กว่าเสากะโถงมากนัก

แต่โลกจะไม่กลมทีเดียว ทางขั้วโลกเหนือและใต้ของโลกแบนเล็กน้อย เส้นผ่านศูนย์กลางวัดจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตกยาว 7926 ไมล์ ยาวกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางที่วัดจากเหนือมาใต้ 27 ไมล์ (คือยาว 7899 ไมล์)

อาการหมุนของโลก โลกมีอาการหมุนสองอย่าง คือ หมุนรอบดวงอาทิตย์ และหมุนรอบตัวเอง

๑. หมุนรอบดวงอาทิตย์รอบหนึ่ง สิ้นเวลา 1 ปี และหมุนเป็นทางตรงข้ามกับเข็มนาฬิกา ทางเดินรอบดวงอาทิตย์ไม่เป็นวงกลมทีเดียว เป็นวงรี

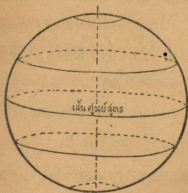
๒. หมุนรอบแกนตัวเองรอบหนึ่งสิ้นเวลา 24 ชั่วโมง



ทางที่หมุน พุศัคน่าย้าย ๆ ก็คือ ตำแหน่งที่ของผู้อ่านอยู่ จะเดิน
ทางไปทางทิศตะวันออก (หมุนจากทิศตะวันตกไปหาทิศตะวันออก)

เส้นระยะรุ้ง เส้นระยะแวง จะบอกตำแหน่งที่ว่า
ตำแหน่งนั้น ๆ ตั้งอยู่ที่ใดในโลก ไข้ก่ด่าวถึงเส้นระยะรุ้ง และ
เส้นระยะแวง

เส้นศูนย์สูตร คือเส้นที่ถัดอ้อมรอบ โลกตรงก่ดาง



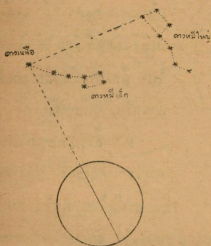
รูปที่ ๔๒

เส้นระยะรุ้ง คือเส้นที่

ถัดอ้อมรอบโลกขนานกับเส้นศูนย์
สูตร จากเส้นศูนย์สูตร ถึง
ขั้วโลกเหนือแบ่งออกเป็น 90
องศา ทำนองเดียวกันจากศูนย์
สูตรถึงขั้วโลกใต้ก็แบ่งเป็น 90
องศา

เส้นระยะรุ้งกับดาวเหนือ ดาวเหนือเป็นดาวประจำที่
และอยู่เยื้องจากเส้นแกนของโลกจากใต้ไปเหนือ เพียง $1\frac{1}{2}$
องศา และเพราะระยะห่างจากกันมากจึงนับว่าตรงกันก็ได้ หรือ
เรียกว่าดาวเหนืออยู่ตรงกับขั้วโลกเหนือทีเดียว

ถ้าเรา ยืน อยู่ ที่ เส้น ศูนย์สูตร จะ เห็น ดาวเหนือ อยู่ ตรง
ไปทางเหนือ ตามค่าระดับด้ายตา



ถ้า เรา เดิน ทาง ไป
ทางเหนือ จะ เห็น ดาว
เหนือ ชน ดิ่ง ชน ทักซ์ พอ
เดิน ถึง ขั้ว โลก เห็น จะ แล
เห็น ดาวเหนือ อยู่ ตรง
ศีรษะ คือ ชน ดิ่ง กว่า เมื่อ
เรา อยู่ ที่ เส้น ศูนย์สูตร
90 องศา

รูปที่ ๔๓ แสดงดาวเหนือกับขั้วโลกเหนือ

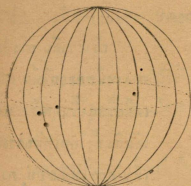
เนื่องจาก เส้น ระยะรุ่ง จาก ศูนย์สูตร ถึง ขั้ว โลก เห็น แบ่ง
เป็น 90 องศา ฉะนั้น ถ้า เรา เดิน ทาง ชน ไปทางเหนือ ถึง เส้น
ระยะรุ่ง เท่าไร ดาวเหนือ ก็จะ ชน ดิ่ง เท่า นั้น องศา เช่น เรา เดิน
ไป ที่ เส้น รุ่ง 15 องศา เห็น ดาวเหนือ จะ แล เห็น ดาวเหนือ ชน ดิ่ง ทำ
มุม กับ ระดับ ด้ายตา 15 องศา

เส้น ระยะแวง คือ เส้น ที่ ล้อม รอบ โลก จาก เหนือ มา ได้
ด้าน บน ที่ อยู่ บน เส้น ระยะแวง นับ จาก เส้น ที่ กำหนด ชน ไว้ เรียก



ว่าเส้นเมริเดียน

จำอยู่ทางตะวันออกหรือตะวันตกเท่าไร



รูปที่ ๔๔ เส้นระยะแนว

ระยะทางรอบ โลกแบ่งออกเป็น 360 องศา เส้นเมริเดียนที่นิยมใช้กันทั่วไป ถือเอาเส้นระยะแนวที่ผ่านกรุงวชิเป็นหลัก

ให้กล่าวมาแล้วว่าโลก

หมุนรอบตัวเองในเวลา 24

ชั่วโมง เมื่อเส้นระยะแนวมี 360 เส้น ฉะนั้นโลกหมุนไป ระยะเส้นแนวเส้นหนึ่งจะสิ้นเวลา $24 \div 360 = \frac{1}{15}$ ชั่วโมง = 4 นาที

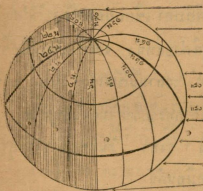
เนื่องจากเหตุนี้ เวลาที่ผิดกันของตำบลใดก็ตามกับเวลาที่ของกรุงวชิ เราจะทราบได้ทันทีว่าตำบลนั้น ตั้งอยู่ในระยะเส้นแนวห่างจากกรุงวชิเท่าไร

เช่นในตำบลหนึ่งเป็นเวลา 11 น เมื่อที่กรุงวชิเป็นเวลา 6 น. เวลาแตกต่างกัน 5 ชั่วโมง

$\frac{1}{15}$ ชั่วโมงเป็นระยะทาง 1 องศา

5 ,, เป็นระยะทาง 5×15 องศา = 75 องศา

ตำบลนั้นตั้งอยู่ ที่เส้นระยะแวง ห่างจากกรีนวิช 75 องศา
หนึ่งองศาจาก โลกหมุนจากทิศตะวันตกมาทางทิศตะวันออก (จาก



ซ้ายไปขวา) ฉะนั้นตำบล
ที่มีเวลามากกว่าที่กรีนวิช
ย่อมอยู่ ที่เส้นระยะ
ตะวันออก และตำบล
ที่มีเวลาน้อยกว่าที่กรีนวิช
ย่อมอยู่ ทางเส้นระยะ
ตะวันตก

รูปที่ ๔๕ เวลาแตกต่างกัน

จากตัวอย่างข้างบนนี้ เวลาของตำบลนั้นมากกว่าเวลา
ที่กรีนวิช ฉะนั้นตำบลนั้นอยู่เส้นระยะแวง 75 องศาตะวัน
ออก

หน่วยของเส้นระยะรุ้งและเส้นระยะแวง

เส้นระยะรุ้ง จากศูนย์สูตร ไปทางเหนือ และทางใต้
ข้างละ 90 องศา

เส้นระยะแวง มาวัดเส้นศูนย์สูตร (หรือวัดเส้นระยะ
รุ้งทุกเส้น) ออกเป็น 360 องศา

1 องศา แบ่งออกเป็น 60 ลิปดา (minute)

1 ลิปดา ,, 60 ฟลิปดา (second)

13 องศา 3 ลิปดา 20 ฟลิปดา เขียนย่อดังนี้ $13^{\circ} 3' 20''$

ตัวอย่างที่ ๑ ยืนอยู่ที่ตำบลหนึ่ง แลเห็นดาวเหนือขึ้น
สูงกว่าขอบฟ้า ทำมุม $22^{\circ} 30'$ เวลานี้เป็นเวลา 19 น. แต่ที่
กรีนวิชเป็นเวลาเที่ยงคืน อยากทราบว่าดาวนั้นอยู่ที่ใด

ถ้าเห็นดาวเหนือขึ้นสูง 1 องศา ที่นั่นอยู่ห่างจากศูนย์
สูตรไปทางเหนือ 1 องศาเหมือนกัน

ฉะนั้นดาวเหนือขึ้นสูง $22^{\circ} 30'$ ที่นั่นอยู่ห่างจากศูนย์สูตร
ขึ้นไปทางเหนือ $22^{\circ} 30'$ เหมือนกัน คือ อยู่ที่เส้นรุ้ง $22^{\circ} 30'$
เหนือ

เวลาค้างกัน 24 น. — 19 น. = 5 ชั่วโมง

เวลาค้างกัน 1 ชั่วโมงอยู่ห่างจากกรีนวิชไป 15

∴ ,, 5 ,, ,, $15 \times 5 = 75^{\circ}$

แต่เวลานั้นน้อยกว่ากรีนวิช ฉะนั้นต้องอยู่ที่เส้นระยะ

แวง 75° ตะวันตก

ที่นั่นอยู่ ที่เส้นรุ้ง $22^{\circ} 30'$ เหนือ เส้นแวง 75° ตะวันตก

แบบฝึกหัดที่ ๕

ถ้าเวลาที่กรุงวชิรเป็นเที่ยงวัน จงหาว่าตำบลที่มีเวลาคล้าย
ต่อไปนี้อยู่ที่ใด

- (๑) 3 น. (๒) 10.30 น. (๓) 11 น.
(๔) 13.45 น. (๕) 16.20 น. (๖) 17.35 น.

ถ้าตำบลที่เราอยู่ที่เส้นระยะแวงต่อไปนี้ เป็นเวลา 8 น.
อยากทราบว่าเวลานั้นที่กรุงวชิรเป็นเวลาเท่าไร

- (๗) 60° ตะวันออก (๘) 60° ตะวันตก
(๙) 30° ตะวันตก (๑๐) 25° ตะวันออก
(๑๑) 15° 30' ตะวันออก (๑๒) 35° ตะวันตก
(๑๓) เราอยู่ที่ตำบลหนึ่งเมื่อเวลา 20 น. เราสังเกตเห็นดาวเห็นขึ้นสูงกว่าท้องฟ้า 30° 20' และเวลานั้นเวลาที่กรุงวชิรเป็น 16 น. เราอยู่ที่ตำบลใด
(๑๔) เราตั้งใจจะเดินเรือไปทางห่างจากศูนย์สูตร 3° 40' ใต้ พยัคฆ์เราของดูทางรอบฟ้าทิศเหนือเห็นดาวเห็นขึ้นพ้นขอบฟ้ามา 2° 20' เราเดินผิดไปกี่องศา

ดวงอาทิตย์ เป็นลูกไฟ ดวง นหิมา อยู่ห่างจากโลก
ประมาณ 93 ล้านไมล์ แสงสว่างที่ดวงอาทิตย์ให้แก่โลกเรา

เปรียบได้เท่ากับเอาเทียนไข 6000 ดวงมาวาง ห่างจากนัยน์ตา
4 นิ้ว เพียง 1 ฟุต

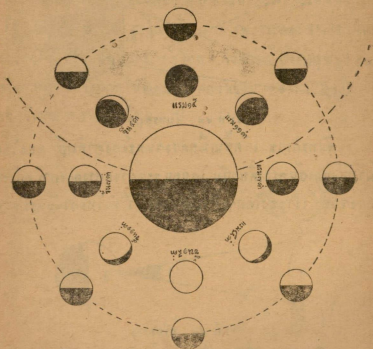
ดวงอาทิตย์มีขนาดประมาณ 1 ล้านล้านแค้นเท่าของโลก
ของเรา และดวงอาทิตย์หมุนรอบแกนของมันเองเหมือนกัน
เพราะปรากฏมีจุดดำอยู่ ในดวงอาทิตย์ และจุดดำนั้น^{ขึ้น}มา
ด้านหนึ่ง แล้วค่อยๆ เคลื่อนหายไปอีกข้างหนึ่ง แล้วก็ปรากฏ
ขึ้นใหม่อีก

ดวงจันทร์ เป็นส่วนหนึ่งที่แตกออกไปจากโลก อยู่
ห่างจากโลกประมาณ 239000 ไมล์ ดวงจันทร์หมุนรอบโลก
1 รอบเป็นเวลาเดือนหนึ่ง ดวงจันทร์มีขนาดประมาณ $\frac{1}{50}$ ของ
ขนาดของโลก มองดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะเห็นว่าบนดวงจันทร์
เต็มไปด้วยภูเขา และปกคลุมเต็มไปด้วยหิมะ ฉะนั้น
ดวงจันทร์ จึงมีอุณหภูมิต่ำมาก

ทำไมเราจึงได้เห็นดวงจันทร์เมื่อกำลังขึ้นมาขอบฟ้าใหญ่
กล่าวปกติ เป็นด้วยเหตุ ๒ ประการ

๑. เรามองดูผ่านอากาศเป็นจำนวนมากออกไปจึงทำให้
แสงเห็นว่าใหญ่ขึ้น
๒. เราเอาดวงจันทร์ไป เปรียบเทียบกับของอื่น ๆ ใน
ขอบฟ้า จึงทำให้เห็นใหญ่ขึ้น

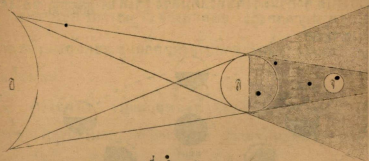
ดวงจันทร์ไม่มีแสงสว่างในตนเอง ที่เราเห็นดวงจันทร์ให้แสงสว่างแก่โลกเรา นั้น เป็นด้วยแสงดวงอาทิตย์ส่องมาถูกดวงจันทร์ แล้วแสงสะท้อนมายังโลกอีกที ฉะนั้นแสงสว่างที่ได้ จากวันดวงจันทร์ เต็มดวง แต่เพียง $\frac{1}{600000}$ ของแสงดวงอาทิตย์



รูปที่ ๔๖ แสดงให้เห็นว่าในรอบเดือนพระจันทร์อยู่ทางแถบใดของโลก และเรามองเห็นพระจันทร์มีรูปร่างไร,

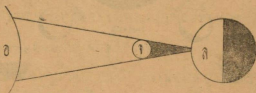
ทำไมเราจึงไม่เห็นดวงจันทร์เต็มดวงทุกวันนี้ เป็นเพราะดวงจันทร์เดินรอบโลกนั่นเอง

จันทร์คราสและสุริยคราส เกิดขึ้นได้ ด้วยเพราะเหตุ ดวงจันทร์เดินรอบโลก



รูปที่ ๕๖ จันทรคราส

จันทรคราส เกิดขึ้นเมื่อดวงจันทร์ดวงอาทิตย์ และโลก มาอยู่แนวเส้นตรงเดียวกัน โลกอยู่ระหว่างกลางดวงอาทิตย์และดวงจันทร์เงาของโลกจะไปบังดวงจันทร์ ทำให้ดวงจันทร์มืดไป



รูปที่ ๕๗ สุริยคราส

สุริยคราส เกิดขึ้นเมื่อดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์และโลก หมุนมาอยู่แนวเส้นตรงเดียวกัน ดวงจันทร์อยู่ระหว่างกลาง

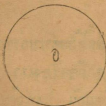
โลกและดวงอาทิตย์ เงามองดวงจันทร์มาบังโลก เนื่องจาก
ดวงจันทร์เล็ก จึงบังทำให้มืดเฉพาะแห่ง จึงไม่เกิดสุริยคราส
ทั่วทั้งซีกของโลก ที่ใดถูกบังให้มืด ที่นั่นก็เกิดสุริยคราส

น้ำเอื่อน้ำลด น้ำเอ่อคือน้ำขึ้นมาก น้ำลดคือน้ำขึ้นน้อย
ก็เกี่ยวกับดวงจันทร์เช่นเดียวกัน

น้ำเอ่อ เกิดเมื่อดวงอาทิตย์และดวงจันทร์มาอยู่ทาง
เดียวกัน หรืออยู่ตรงกันข้าม เพราะเหตุว่าดวงอาทิตย์
และดวงจันทร์ช่วยกันดูดน้ำยังโลก จึงทำให้น้ำไปหนุนอยู่สอง
ข้างโลก น้ำจึงมากในตอนนั้น คือวันแรม ๑๕ ค่ำ (รูป i)
และวันขึ้น ๑๕ ค่ำ (รูป ii)



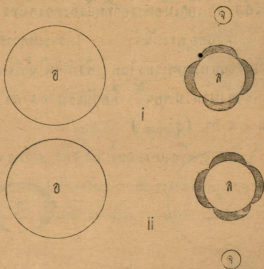
i



ii

รูปที่ ๔๕

น้ำลด น้ำน้อยหรือตามที่ชาวบ้านเรียกว่าน้ำตายนั้น จะบัง
เกิดขึ้นเมื่อ แรม ๘ ค่ำ (รูป i) และขึ้น ๘ ค่ำ (รูป ii)
เมื่อดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ อยู่เป็นมุมฉากกัน (อยู่เยื้อง
กัน) เนื่องจากต่างแบ่งแรงกันดูด ฉะนั้นน้ำจึงเฉยไปทั้ง
ฝั่งของโลก จึงทำให้น้ำน้อยทั่วไป



รูปที่ ๕๐

ดาว ดวงดาวบนท้องฟ้าเราจะเห็นได้ด้วยตาเปล่าประมาณ
3000 เท่านั้น บางดวงก็เป็นเช่นดวงอาทิตย์ของเรา และ
มีดวงดาวเป็นบริวารเดินรอบๆ เช่นเดียวกัน แต่ถ้าใช้กล้อง
อย่างนี้จะเห็นว่ามีนับดวงล้านดวง

ดวงดาวที่เป็นบริวารของพระอาทิตย์ แบ่งออกเป็นสองพวก ที่เรียกว่าดาวพระเคราะห์พวกหนึ่ง ในเวลานี้ค้นพบแล้วประมาณ 1200 ดวง

ดวงพระเคราะห์ที่มีอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ มีชื่อดังต่อไปนี้

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| (๑) พระพุธ (Mercury) | (๒) พระศุกร์ (Venus) |
| (๓) โลก (Earth) | (๔) พระอังคาร (Mars) |
| (๕) พระพฤหัสบดี (Jupiter) | (๖) พระเสาร์ (Saturn) |
| (๗) มฤตยู (Uranus) | (๘) พระเกตุ (Neptune) |
| (๙) ปลูโต (Pluto) | |

ดาวพระเคราะห์ทุกดวง เดิน รอบดวงอาทิตย์ เป็นรูปวงรี ไม่เป็นรูปวงกลมทีเดียว และหมุนกลิ้งกันกับเข็มนาฬิกา ดาวพระพุธเดินเร็วที่สุด และดาวปลูโตเดินช้าที่สุด เดินรอบหนึ่งจะเสียเวลาช้าหรือเร็วกว่าขึ้นอยู่กับใกล้ หรืออยู่ ห่างจากดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์ทำอะไรให้แก่โลกบ้าง

ดวงอาทิตย์ ย่อมให้ความ ร้อน และ แสงสว่าง แก่โลก เรา และเนื่องจากโลกหมุนรอบตัวเองจึงทำให้เกิดกลางวัน

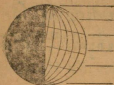
ดาว พระเคราะห์	เดินผ่าน ศูนย์กลาง	ห่างจาก ดวงอาทิตย์	เดินรอบ ดวงอาทิตย์	มีดวงจันทร์
พระพุธ	3030 ไมล์	36 ล้านไมล์	0.24 ปี	—
พระศุกร์	7700 "	67.2 "	0.62 "	—
โลก	79176 "	92.9 "	1 "	1 ดวง
พระอังคาร	4230 "	141.5 "	1.88 "	2 "
*พระพฤหัสบดี	86500 "	483.3 "	11.88 "	9 "
*พระเสาร์	73000 "	386 "	29.46 "	9 "
มฤตยู	31900 "	1781.9 "	34.02 "	4 "
พระเกตุ	34800 "	2791.6 "	146.78 "	1 "
ปลูโต	4000 "	3700 "	348 "	—

ถถางคินซน เดินแทนของ โลกเอียงไป $25\frac{1}{2}$ องศา จึงทำ

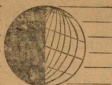
ให้ถถางคินถถางวันจะเท่ากันได้แค่ที่เดินศูนย์สูตร

จากรูปที่ ๕๑ แสดงให้เห็นว่า ทั่วโลกจะมีถถางวันและถถางคินเท่ากันได้ 2 วัน คือในเดือนกันยายนและมีนาคม

ตั้งแต่เดือนเมษายน โลกจะเอียงขึ้นโลกเหนือเข้หาหัววง



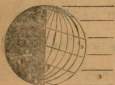
เมษายน



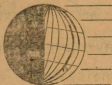
พฤษภาคม



มิถุนายน



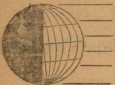
กรกฎาคม



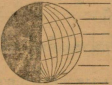
สิงหาคม



กันยายน



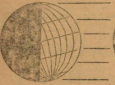
ตุลาคม



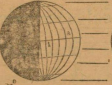
พฤศจิกายน



ธันวาคม



มกราคม



กุมภาพันธ์



มีนาคม

รูปที่ ๕๐ แสดงว่าเดือนใดโลกเอียงทางไหน

อากาศเย็นถึงเดือนสิงหาคม

ฤดูร้อนค่อนทางเหนือขึ้นยี่สิบ

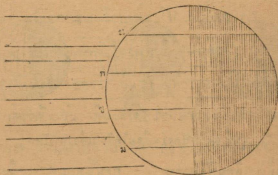
ขึ้นไปวันกลางวันมากกว่ากลางคืน

ยังที่ขั้วโลกเหนือจะเป็น

เวลากลางวันตั้งสามสี่เดือน ส่วนทางแถบใต้ศูนย์สูตรลงมา
จะมีเวลากลางคืนมากกว่ากลางวัน . และทางขั้วโลกใต้จะเป็น
เวลากลางคืนเสียตั้งสามสี่เดือน

ตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ โลกจะเอียงขั้ว
โลกได้เข้าหาดวงอาทิตย์ ฉะนั้นทำนองเดียวกับที่กล่าวมา
แล้ว ทางแถบเหนือเวลากลางคืนมากกว่ากลางวัน และ
ทางใต้กลางวันมากกว่ากลางคืน และขั้วโลกเหนือเป็นเวลา
กลางวันเสียตั้งสามสี่เดือน ขั้วโลกใต้ก็เป็นเวลากลางวันตั้ง
สามสี่เดือนเหมือนกัน

ความร้อนจากดวงอาทิตย์ เนื่องจากโลกกลมตอนศูนย์
สูตรย่อมอยู่ใกล้กับดวงอาทิตย์มากกว่าตอนใดหมด ฉะนั้น

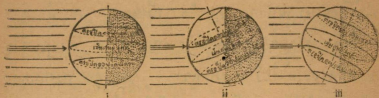


รูปที่ ๕๒ ตอนศูนย์สูตรรับความร้อนมาก

จึงได้รับความร้อนมากกว่าคนอื่นใด ๆ ทั้งหมด และเนื่องจากพื้นที่ที่คอนตรงกับดวงอาทิตย์มีบริเวณน้อย ส่วนพื้นที่ในคอนเหนือจะได้มีบริเวณมากกว่า คอนที่อยู่ตรงกับดวงอาทิตย์ย่อมได้รับความร้อนมากกว่าในคอนอื่น ๆ

ขอให้นักเรียนลองนึกเปรียบเทียบดู ขนมห่านหนึ่งหูก แบ่งครึ่งให้แก่เด็ก ๑ คน อีกครึ่งหนึ่งหูกแบ่งให้แก่เด็กสองคน เด็กคนเดียวย่อมได้รับมากกว่าท่านเองเดียวกับความร้อนของดวงอาทิตย์ให้แก่พื้นที่ในคอน ก ถึง ข (ดูรูปที่ ๕๒) ซึ่งมีพื้นที่น้อยกว่าคอน ก ถึง น หรือคอน ข ถึง ม ฉะนั้น บริเวณพื้นที่คอน ก ถึง ข ย่อมต้องได้รับความร้อนมากอยู่เอง

ความร้อนตอนเช้า ตอนกลางวัน ตอนเย็น ความร้อนที่ส่งมาจากดวงอาทิตย์ยังไกลออกไปอีกเท่าไร ก็ย่อมมีความร้อนน้อยลงเพียงนั้น (ดูในรูปที่ ๕๕) นักเรียนจะเห็นว่าเมื่อ 6 น. ระยะไกลจากดวงอาทิตย์มากกว่าเมื่อ 10 น. จนถึง 12 น. จึงอยู่ใกล้ที่สุด ต่อไปตั้งแต่ 13 น. จนถึง 18 น. ยังไกลออกไปอีก เพราะฉะนั้นตอนกลางวันจึงร้อนมากกว่าตอนเช้าและตอนเย็น



รูปที่ ๕๓ แสดงตำแหน่งของโลกตรงศีรษะเมื่อเวลาเที่ยง

ดูจากรูปที่ ๕๓ เราจะเห็นว่า พระอาทิตย์จะอยู่ตรงศีรษะเมื่อเที่ยงวัน ที่เส้นศูนย์สูตรในเดือนกันยายนและ มีนาคม (ดูรูปที่ ๕๑ ประกอบด้วย) • ในเดือนมิถุนายน ดวงอาทิตย์จะอยู่ตรงศีรษะขึ้นไปเหนือศูนย์สูตร $25\frac{1}{2}^{\circ}$ (เส้นทรอปิคออฟแคนเซอร์) • และในเดือนธันวาคมดวงอาทิตย์จะอยู่ตรงศีรษะเมื่อเที่ยงวัน ที่ใต้ศูนย์สูตรลงมา $25\frac{1}{2}^{\circ}$ (ที่เส้นทรอปิคออฟคาปริคอร์น)

รูปที่ ii เราจะเห็นว่าทางเหนือได้รับความร้อนมากกว่าทางใต้ เพราะดวงอาทิตย์อยู่ก่อนไปทางข้างเหนือ ฉะนั้นตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนกันยายน ทางเหนือเป็นฤดูร้อนและทางใต้เป็นฤดูหนาว

รูป iii. เราจะเห็นว่าทางใต้ได้รับความร้อนมากกว่าทางเหนือ เพราะดวงอาทิตย์อยู่ก่อนมาทางใต้ ฉะนั้นทางเหนือเป็นฤดูหนาว และทางใต้เป็นฤดูร้อน

ถ้าถั่วแต่เพียงเท่านั้นในโลกเราก็จะมีแต่เพียงถั่วถั่วเท่านั้น ส่วนที่มีถั่วอื่น ๆ อีกก็เนื่องจากภูมิประเทศและอากาศของประเทศนั้น ๆ เช่นในประเทศสยามเรายังมีถั่วฝักอื่นอีกถั่วหนึ่ง เกิดจากถั่วมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ดวงอาทิตย์ให้อาหารแก่เรา ° ได้ถั่วแต่ถั่วว่า ดวงอาทิตย์ให้ความร้อนและแสงสว่างแก่เรา ตัวเราหรือแม้กระทั่งพืชผลต่าง ๆ ถ้าไม่ได้รับความร้อนหรือแสงสว่างจากดวงอาทิตย์แล้ว ย่อมต้องตายด้วยกันทั้งนั้น

การทดลอง เอาต้นไม้ที่ปลูกในกระถาง ควรเลือกต้นไม้ทั้งองกามดี เอาไปเก็บไว้ในห้องมืดหลาย ๆ วันเขาออกมาดู จะเห็นว่าต้นไม้นั้นเฉา ถ้าทิ้งไว้นาน ๆ ต้นไม้นั้นจะตาย ทั้ง ๆ ที่เรารดน้ำอยู่เสมอ

การที่เป็นเช่นนั้น ก็เพราะแดดช่วยประสมธาตุที่ประสมอยู่ในน้ำและในอากาศ ให้เป็นอาหารของต้นไม้ เมื่อขาดแดดเสียแล้ว ต้นไม้ก็ขาดอาหารจึงตาย

ผลไม้ก็ต้องอาศัยความร้อน หรือแสงแดดช่วยบ่มให้สุก ฉะนั้นดวงอาทิตย์ให้อาหารแก่เรา คือ ทำให้เรามีพืชและผลไม้กิน

นอกจากนี้ยังช่วยให้ผ้าเบียดกลายเป็นผ้าแห้ง ช่วยให้เก็บอาหารไว้ได้นานๆ เช่น ปลาแห้ง, หอยแห้ง ฯลฯ

ดวงอาทิตย์ให้สีแก่เรา นักเรียนคงเคยเห็นรังบนท้องฟ้ามาแถว รังมีสีสดับกันหลายสี เช่น ส้มแดง ส้ม เหลือง เขียว ฟ้า ฟ้าคราม ฟ้าเงิน ฟ้าคราม และม่วง เกิดขึ้นจากแสงแดดส่องไปกระทบหมอกไอน้ำ ไอน้ำนั้นจึงแยกแสงดวงอาทิตย์ออกไปเป็นสีต่างๆ

ถ้าเราเอาลูกแก้วเหลื่อม หรือแก้วด้ามเหลื่อม แฉกไว้ที่หน้าต่างหรือประตู ให้แสงแดดส่องผ่านจะปรากฏเป็นสีต่างๆ ที่พื้นหรือที่ผ้า ห้อย นี่ก็เป็นด้วยลูกแก้วเหลื่อมและแก้วด้ามเหลื่อม แยกแสงแดดออกเป็นสีต่างๆ

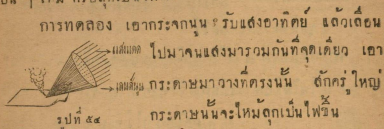
นักเรียนลองอมน้ำ แล้วพ่นให้เป็นฝอยกลางแสงแดด จะปรากฏเป็นสีต่างๆ คล้ายรัง

จากเหตุผลเหล่านี้ เราพอจะเห็นความจริงได้แล้วว่า เราได้สีจากดวงอาทิตย์ ทำไมเราจึงเห็นใบไม้มีสีเขียว ก็เพราะใบไม้ดูดรับเอาสีอื่นๆ ไว้ปล่อยแต่สีเขียวออกมาสู่ตาเรา ทำไมเราจึงเห็นปกหนังสือเป็นสีแดง ก็เพราะปกหนังสือเดมนั้นปล่อยแต่สีแดงออกมาสู่ตาดูๆ ส่วนสีอื่นดูดเอาไว้เสียหมด

ตั้งร่มสีดำก็เพราะตั้งนั้นแดดเข้าโดนไวทั้งหมด ตั้งร่มสีขาวก็
ปล่อยดีออกมากทุกที แดดเข้าไวแต่เล็กน้อย เราจึงเห็นเป็น
สีขาว

ถ้าเราตั้งร่มสีแดง หรือสีเหลืองหรือสีม่วงหรือสี
อะไรก็ตาม ไฉนที่ร่มมีแสงแดด เช่นในห้องมืด เราจะดู
ไม่รู้เลยว่า ตั้งเหล่านี้นี่อะไร นี่ก็เป็นการแสดงให้เห็นอีก
ว่าเราได้ สีจากแสงแดด

รวมแสงอาทิตย์มายังจุดเดียวกัน จะสามารถทำให้สิ่ง
อื่น ๆ ไหม้ หรือถูกเป็นไฟได้



บทที่ ๕ ลม อากาศ

อากาศย่อมมีความกด

การทดลองที่ ๑ เอาน้ำใส่ให้เต็มถ้วยแก้ว เอากระดาษ
ปิดปากถ้วยแก้ว แล้วค่อย ๆ เอามือปิดกระดาษที่ปิดปากถ้วย

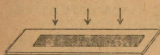


รูปที่ ๕๕

แก้วไว้ก่อน แล้วค่อย ๆ คว่ำลงจนด้วยแก้วตั้ง
ตรงแล้วจึงขยับออก กระดาษยังคงติดแน่น
กับปากด้วยแก้วกันไม่ให้น้ำหกลงมาได้ การที่
เป็นเช่นนั้น เป็น ด้วย อากาศ ข้าง นอก กดดัน

กระดาษไว้ และน้ำหนักของน้ำข้างในน้อยกว่าความกด

การทดลองที่ ๒ เอากระจกแบนวางลงไว้บนโต๊ะ แล้ว
เอายางวางทาบลงบนกระจก วัดให้วางที่มุมนี้ ของกระยาง



รูปที่ ๕๖

ให้ขึ้นจากกระจก จะเห็นว่าเรากระ
ยางไม่ขึ้น เป็น ด้วย อากาศ ภายนอก
กดไว้

การทดลองที่ ๓ เด็ดกกด้วยขนาดพอดีกับปากขวด
เอาขวดเผาไฟให้ร้อน เป็นการไล่อากาศออกจากขวด ปอก



รูปที่ ๕๗



ด้วย บักไว้ที่ ปาก ขวด โดย
ไม่ต้องทำอะไร พอขวดเย็น
ลง กดด้วยจะเดี๋ยวนลงไป ใน ขวด
เอง การ ที่ เป็น เช่น นี้ ก็ เพราะ
เมื่อ ขวดเย็น อากาศ ภายใน ขวด
จะหดน้อย และ มีความดัน

น้อย อากาศภายนอกมีความกดมาก จึงกดให้หดด้วยเนื้อลงไปภายในขวด

การทดลองที่ ๕ เอากระป๋องตั้งไฟนานพอสมควรแล้ว ยกตั้งเอาที่จุ่มอุตุให้แน่น ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น จะเห็นว่ากระป๋อง



ก่อนตั้งไฟ



หลังจากตั้งไฟแล้ว

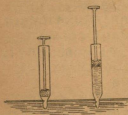
นั้นบวมไปหมด . การที่เป็นเช่นนี้ เป็นด้วยไม้กระป๋องเย็น อากาศภายในมีน้อยที่สุด จึงไม่มีความกดต้านทาน อากาศ

ภายนอกมีความกดมาก จึงกด

รูปที่ ๕๗

ทำให้กระป๋องบวมไปหมด

การทดลองที่ ๕ กระบอกฉีด ฉีดอากาศลงสู่ทำไม้ น้ำ จึงเข้าไปในกระบอกฉีดได้ เป็นด้วย



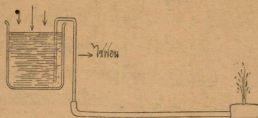
รูปที่ ๕๘

เวลาฉีดลงสู่ น้ำ อากาศถูกไล่ ออก ทาง ก้นกระบอกฉีด อากาศภายนอกจึงกด น้ำให้ขึ้นไป แทนที่ได้ โดยเหตุที่ภายในไม่มีอากาศดันต้านทาน

การทดลองที่ ๖ เอาหลอดแก้วจุ่มลงไปในน้ำ แล้วดูด จะเห็นว่าน้ำเข้าไปในปาก ทำไม้ น้ำจึงเข้าไปในปากได้ เมื่อ

เราดูที่แรกทำไมน้ำจึงไม่ขึ้นมาในหลอด เป็นด้วยเมื่อเราดูด
 ตอนแรกเราจะดูดเอาอากาศออกจากหลอด ต่อมาอากาศภาย
 นอกจึงจะกดดันน้ำให้ขึ้นมาในหลอด และมาเข้าปากเรา

การทดลองที่ ๗ ใช้ไซฟอนถ่ายน้ำจากที่สูงโดยไม่ต้อง
 ใช้กำลังอื่น ความกดของอากาศจะช่วยทำให้เอง



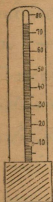
รูปที่ ๖๐

ไซฟอนเป็นหลอดโค้งรูปอักษร U เมื่อเอาไซฟอน
 ข้างหนึ่งจุ่มลงไปใต้น้ำ แล้วดูดอากาศออกให้หมดจากหลอด
 อากาศภายนอกจะกดดันน้ำให้ขึ้นในหลอด และไหลออกอีกข้าง
 หนึ่ง และจะไหลเรื่อยไปจนกว่าน้ำจะหมด

จากการทดลองที่กล่าวมาแล้ว นี้ผู้เรียนย่อมจะเห็นความ
 จริงแล้วว่า อากาศมีความกดดันอยู่ทุกขณะ

ใคร่ของวัดความกดของอากาศ เรียกว่า บารอมิเตอร์
 (Barometer.) ถ้าอากาศมีความกดตามธรรมชาติจะกดดัน

ปรอทในถ้วยทำให้ ปรอทขึ้นสูงไปในหลอดแก้วประมาณสูง 76



เซ็นติเมตร เราลองดู ปรอทใน
หลอดแก้วเราก็จะทราบได้ว่า อากาศ
มีความกดมากหรือน้อยเท่าไร ถ้า
อากาศมีความกดมาก ปรอทใน
หลอดแก้วก็ขึ้นสูง ถ้าอากาศมี
ความกดน้อย ปรอทในหลอดแก้ว
ก็จะลดต่ำลง

รูปที่ ๖๑

วิธีทำบารอมิเตอร์จะกล่าวพอเป็นเค้าเท่านั้น คือเอา
ปรอทใส่ในหลอดแก้วให้เต็ม แล้วคว่ำหลอดแก้วลงเอาหัว
อุดหรือเอาอะไรปิดไว้อย่าให้ปรอทหกออกมาได้ แล้วเอาไป
วางลงในถ้วยแก้วที่ใส่น้ำ เมื่อปลายหลอดแก้วจุ่มลงไปใน
ปรอทแล้ว จึงชักนิ้วมือหรือดัดท่อหลอดออก เมื่อดึงหลอดแก้ว
ตรงเรียบร้อยแล้ว ปรอทจะเหวี่ยงอยู่ในหลอดแก้วสูงประมาณ
76 ซม. เป็นอันว่า เราได้เครื่องวัดความกดของอากาศ
บารอมิเตอร์ไว้แล้ว

ถม อากาศที่กดถม เราเรียกว่าถม เมื่ออากาศเคลื่อน

ที่ ถ้าเกิดลมที่ไปเร็ว เราเรียกว่าลมพายุ บางคราวเป็นพายุ
แรง ๆ พัดเขาบ้านช่องพัง อากาศมีอยู่ทั่วไป บางคราวนักเรียน
จะสงสัยว่าไม่มีอากาศ เพราะวันนั้นลมสงบไม่มีลมพัด แต่
นักเรียนลองเอามือโบกไปในที่ว่าง จะรู้สึกว่ามีอะไรกระทบกับ
สิ่งหนึ่งเช่น ๆ หรือเขาไม่หัดลงไปก็ดังหือ ๆ เขาพัดโบก
ก็รู้สึกว่ามีลมมาถูกตัวเช่น ๆ ที่เป็นเช่นนั้น ก็เพราะว่าในที่ว่าง
เหล่านั้นมีอากาศ

การทดลองแสดงว่าในที่ว่างมีอากาศ ในถ้วยแก้ว
เปล่า ๆ เรามองดูจะไม่เห็นว่ามีอะไร เขาชั้นกระดาษหรือชิ้น



ก็อวก ดอยลงในอ่างน้ำ เอาถ้วยแก้ว
เปล่า ๆ คว่ำลงให้ครอบชิ้นกระดาษ หรือชิ้น
ไม้ก็อวก กดลงไปใต้น้ำ ดังเหตุนี้จะเห็นว่า
น้ำไม่เข้าไปในถ้วยแก้ว เพราะชิ้นกระดาษ
หรือไม้ก็อวกดอยอยู่ต่ำตรงปากถ้วยแก้ว

ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ก็เพราะในถ้วยแก้วมีอากาศอยู่ จึง
ดันไม่ให้น้ำเข้ามาในถ้วยแก้ว

อากาศเคลื่อนที่ไปได้อย่างไร อากาศจะเคลื่อนที่ไ
อย่างไร ? เมื่ออากาศที่ใดมีน้อย อากาศในตอนที่มันหนาแน่น

กว่าจะเฉื่อยไปหา คืออากาศเคลื่อนที่ไป การที่เกิดลมพัดจึง
ทำให้ประเทศเรานี้ หน้าแล้ง หน้าฝน

หน้าแล้ง ตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงมีนาคมเป็นหน้าแล้ง

นักเรียนได้เรียนจากบทที่ ๔ แล้วว่า ตั้งแต่เดือนตุลาคม
ถึงเดือนมีนาคมอากาศทางใต้ศูนย์สูตรร้อน ฉะนั้นอากาศทาง
ใต้ลอยขึ้นสูงมากทำให้อากาศมันเย็น อากาศทางเหนือจึง
เคลื่อนเข้ามาแทนที่ อากาศทางเหนือผ่านมาทางทะเลแดง
จึงทำให้ประเทศเรากลายเป็นหน้าแล้งไม่มีฝนตก

หน้าฝน ตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนกันยายน อากาศ
ทางเหนือศูนย์สูตรร้อน ฉะนั้นอากาศทางเหนือลอยขึ้นสูงทำ
ให้อากาศบางไป อากาศทางใต้จึงเคลื่อนเข้ามาแทนที่
อากาศทางใต้ผ่านมาทางมหาสมุทร จึงหอบเอาไอน้ำซึ่งรวม
กันเป็นเมฆหมอกมาด้วย แล้วไอน้ำเหล่านั้นก็กลายเปลี่ยน
ตกลงมา ในระหว่างเดือนเหล่านี้จึงเป็นหน้าฝน

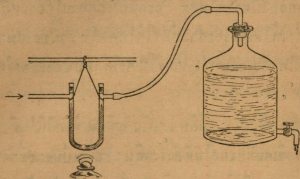
ถ้าหากว่าเทียบเป็นฤดู ทั้งหน้าแล้งและหน้าฝน แบ่ง
ออกได้เป็น ๓ ฤดู คือ ฤดูร้อน (เดือน ๓ ถึงเดือน ๖) ฤดู
ฝน (เดือน ๖ ถึงเดือน ๑๒) ฤดูหนาว (เดือน ๑๒ ถึง
เดือน ๓)

อากาศมีอะไรบ้าง ในอากาศมีแก๊สอยู่หลายชนิด
คล้ายกัน ที่มีเป็นส่วนใหญ่ก็คือ .ไนโตรเจน ออกซิเจน
และไอน้ำ นอกจากนั้นยังมีอีกหลายชนิด แต่มิอย่าง
ละเอียดกระนั้น



ไนโตรเจน เขาเขียนไว้จุดวางลงบนพื้น เขาครอบแก้ว
ใหญ่ครอบ พอไฟลุกก็ดับทันทีเลยดับ แก๊สที่เหลือนั้นในครอบ
แก้วนั้น คือไนโตรเจน ไนโตรเจนเป็นแก๊สไม่มีสี
กลิ่น รส ไม่ช่วยให้ไฟติด ตัวเองไม่ติดไฟ การที่
ครอบแก้วครอบแล้วไฟดับนั้น เป็นด้วยออกซิเจน
ช่วยให้ไฟลุกจนหมดแล้วไม่มีมาอีก เหลือแต่ใน
รูปที่ ๖๓ ในไนโตรเจนซึ่งเป็น แก๊สไม่ช่วยให้ไฟติด ไฟจึงดับ
ถ้าเราจุดเทียนปักไว้ในที่กลางแจ้ง เทียนจะติดไฟอยู่
จนหมดเล่ม ก็เพราะมีออกซิเจนมาช่วยอยู่เสมอ
นักเรียนบางคนคงจะนึกคานชนมาว่า จริงๆที่ไฟลุกอยู่
ได้ในที่มีอากาศ เมื่อเขาครอบแก้วครอบแล้ว อากาศมา
ช่วยให้ไฟลุกจนอากาศหมดแล้วจึงดับต่างหาก
ให้อากาศผ่านเข้าไปตามหลอดแก้ว และในหลอดแก้ว
มีทองแดงเผาไฟอยู่ด้วย

วิธีทดลอง เอาขวดที่มีที่ปิดเปิด ใส่น้ำให้เต็มสุดด้วยจุก
ซึ่งมีหลอดแก้วติดอยู่ด้วย เอาทองแดงใส่หลอดรูปไซฟอน

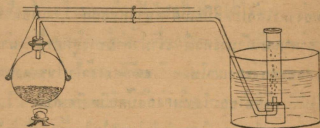


รูปที่ ๖๔

แขวนไว้และมีทางติดต่อกับหลอดแก้วติดอยู่กับจุกขวด ด้วย
สายยางอีกข้างหนึ่งมีทางให้อากาศเข้าไปได้ เอาไฟเผาหลอด
ที่ใส่ทองแดงแล้วเปิดที่ปิดเปิดให้น้ำไหลออก เมื่อน้ำพุ่ง
ลงไปอากาศจะเข้ามาแทนที่ เข้ามาตามทางถูกครึ่ง ผ่านเข้า
มาในหลอดทองแดงเผาไฟ แล้วเลยเข้าไปในขวดแทนที่น้ำ
ออกไป เมื่อน้ำออกไปหมดแล้วปิดที่ปิดเปิดเสีย ในขวด
คงมีอากาศ ทดลองเอาอะไรไปจุดไฟในนั้นจะเห็นว่าไม่ติด
เป็นไฟ จากการทดลองนี้เราคงทราบว่า อากาศมีแก๊สสอง
ชนิด ชนิดหนึ่งไม่ทำให้ไฟติด อีกชนิดหนึ่งทำให้ไฟติด

เพราะอากาศข้างนอกถ้าเราจุดไฟลงติด และอากาศข้างนอกนั้นเองเข้าไปในขวด แต่ผ่านทองแดงเผาไฟเสียก่อน อากาศในขวดกลับไม่ทำให้ไฟติด ฉะนั้นอากาศหายไปส่วนหนึ่ง คือ ส่วนที่ทำให้ไฟติด และส่วนที่ทำให้ไฟติดไป รวมประสม กับทองแดงเผาไฟเสียหมด (นักเรียนจะได้ เรียนละเอียดใน ชั้นสูงต่อไป)

ออกซิเจน ก็คือ แก๊สใน อากาศ ที่ทำให้ไฟติด นั้นเอง แก๊สออกซิเจนคือแก๊สไม่มีสี กัดมัน รส เป็นแก๊สที่ช่วยให้ไฟติด เป็นแก๊สที่เข้าประสมกับวัตถุอื่นง่าย เช่นเข้าประสมกับทองแดงเผาไฟ เอาสิ่งที่มีออกซิเจนประสมอยู่ด้วย มาเผาไฟ จะได้ออกซิเจนแท้ ๆ ดังการทดลองต่อไปนี้



รูปที่ ๖๕

เขาปรอทที่ประสมกับออกซิเจน ซึ่งเราเรียกว่าปรอทแดง ได้ขวดแก้วที่ขวดแก้วมีหลอดแก้วต่อออกมามาดังไปในอ่างน้ำ

ซึ่งใส่น้ำไว้ค่อนข้าง และลด แสงแก้วกลง ไม้ดำเข้าไปใน
หลอดเก็บแก๊ส ซึ่งใส่น้ำ เต็มและคว่ำ อยู่บน แท่ง แก้วนั้น
เอาไฟเผาขวดที่ได้ปรอทแดง ออกซิเจนจะแยกออกจากปรอท
เข้ามาตามหลอดแก้ว แท่งน้ำเข้าไปในหลอดเก็บแก๊ส เมื่อ
ถึงก้นแล้วจะคืนให้น้ำลดต่ำลง เมื่อได้แก๊สเต็มหลอดแก้วแล้ว
จึงยกขึ้นและหาช่องปิดเก็บไว้

ถ้าทดลอง เอาอะไรมาจุดใน แก๊สนี้ จะเห็น ว่าไฟลุก
สว่างดี

คาร์บอนไดออกไซด์ ได้มาจากการหายใจของมนุษย์
และสัตว์ จากการทำให้วัตถุไหม้ไฟ จากท่อไอเสียของรถ

ไอน้ำ เอน้ำแข็งละลายแล้วจึงได้ตัวน้ำ จะเห็นว่า
มีหยดน้ำมาเกาะที่ข้างถ้วยแก้ว หยดน้ำเหล่านี้มาจากไอน้ำ
ที่ลอยอยู่ในอากาศ เมื่อมากระทบความเย็นเข้าก็กลายเป็น
หยดน้ำเกาะจับอยู่

คน, สัตว์, และพืชต้องมีอากาศหายใจ

ถ้าเราลองไม่หายใจดูนาน ๆ เราก็จะกลืนไม่ไหว ถ้ากลืน
กลืนไม่ก็ต้องตาย หรือลองเข้าไปอยู่ในที่ที่ไม่มีอากาศเข้าได้

พอเราหายใจเอาอากาศในนั้นมาใช้หมดแล้วเราจะต้องตาย นี่
เป็นของแสดงว่าคนเราต้องการอากาศหายใจ ดังตัวก้เช่นเดียวกัน
ไม่ว่าปลาที่อยู่ในน้ำหรือได้เดือนที่อยู่ในดินก็ต้องการอากาศหายใจ
ถ้าเราเผ่าตุจะเห็นได้ว่าปลาจะต้องโผล่ขึ้นมาเหนือน้ำเป็น
บางครั้ง เวลามันอยู่ใต้น้ำมันก็หายใจทางเหงือกได้ ของ
ดังเกิดตุจะเห็นว่าเวลามันอยู่ใต้น้ำจะทำเหงือกพะเยิบ ๆ นั่นคือ
การหายใจของมัน ได้เดือนอยู่ใต้ดินได้ก็เพราะมันต้องการ
อากาศน้อยกว่าเรามาก และไม่ว่าในน้ำในดินย่อมต้องมีอากาศ
อยู่ด้วยเสมอไป

พืชก็เช่นเดียวกัน มันต้องการอากาศ ของเขาค้นไม้
เล็ก ๆ ปดุกในกระถางจนงามดี แล้วเอาครอบแก้วใหญ่ ๆ มา
ครอบไว้อย่าให้อากาศเข้าได้ รดน้ำอยู่เสมอ ทั้งเอาไปตั้งไว้
ในที่ถูกแสงแดดได้ด้วย ต่อไปมันจะเฉา ในที่สุดก็ตายเพราะ
มันไม่ได้อากาศ ต้นไม้ทุกชนิดมันจะต้องง่าที่รากดูดขึ้น
ไปตามลำต้นจนถึงใบ แล้วใบรับเอาอากาศเข้ามาทางรูข้าง
ใต้ของมัน เขามาประสมกับน้ำ พร้อมทั้งแดดช่วยจะประสม
ให้เกิดเป็นอาหารไปเลี้ยงต้นไม้ เมื่อมันขาดอากาศมันก็
ประสมให้เป็นอาหารไม่ได้ ต้นไม้ที่อยู่ในครอบแก้วจึงตาย

ผงในอากาศ ในอากาศนอกจากมีแก๊สดังกล่าวแล้ว ยังมีผงปนอยู่ด้วย

นักเรียนจึงสังเกตดู ขณะเมื่อแสงแดดต้องเข้ามาทางหน้าต่าง ประตู เราจะเห็นผงลอยอยู่เต็ม หนังสือเก็บไว้ในชั้นซัก เราทิ้งไว้นาน ๆ เมื่อซักออกมาดู จะเห็นมีผงตะอองจับ เพราะผงมีอยู่ในอากาศ อากาศเข้าถึงไหนได้ ผงก็ไปถึงไหนได้

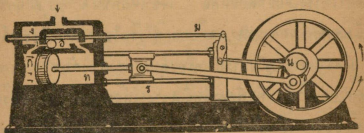
ผู้คิดเครื่องจักรไอน้ำได้คนแรก

เจมส์วัตต์ เป็นบุตรพ่อค้าชาวสก๊อต เกิดเมื่อวันที่ ๑๙ มกราคม ค.ศ. ๑๗๓๖ ที่กรีนอกค์ (Greenock) เมื่อเด็กเขาศึกษาในโรงเรียนที่ลอนดอน เขาเป็นคนมีความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ พออายุ ๑๖ ปีออกทำงานในโรงทำเครื่องเหล็ก เขามีความชำนาญในการทำเครื่องอุปกรณ์เครื่องจักร และออกไปทำงานในที่อื่นอีกครั้งหนึ่งเขาได้เห็นฝักาคัมน์น้ำเยียบขึ้นเยียบลงขณะเมื่อน้ำเดือด จึงทำให้เขาเกิดความคิดว่าไอน้ำมีกำลังดันสามารถทำให้ฝักาคัมน์น้ำเยียบได้ ถ้าเขามาคัดแปลงทำให้ดีขึ้นคงจะก่อให้เกิดกำลังงานแทนกำลังของคนได้ ตั้งแต่ตอนนั้นเขาก็เริ่มคิดและร่างจนเป็นผลสำเร็จ สามารถใช้กำลัง

คัมของไอน้ำ ทำให้เครื่องจักรหมุนได้ เขาเป็นคนแรกที่ริเริ่มประดิษฐ์เครื่องจักรไอน้ำแบบปัจจุบัน ซึ่งเราเห็นกันอยู่เสมออยู่ในเวลานี้ เช่น เรือกลไฟ โรงสีไฟ โรงเลื่อยจักร รถไฟ ฯลฯ ใช้แต่กำลังไอน้ำทำให้เครื่องจักรเดินไปได้ตามต้องการ เขาตายเมื่อ ค.ศ. ๑๘๑๙ มีอายุ ๘๓ ปี มีบุตรธิดารวมทั้งหมด ๖ คน

ประโยชน์ของไอน้ำเดือด ใช้ทำให้เกิดกำลังงาน เช่น เครื่องจักรไอน้ำ ในรถไฟ ในเรือกลไฟ ฯลฯ

ตัวรถจักรที่ใช้ถ่วงล้อพ่วงไปนั้น ก็ต้องอาศัยกำลังคัมของไอน้ำทำให้เครื่องจักรหมุนไปได้ (ดูรูปที่ ๖๖ จะเข้าใจได้)



รูปที่ ๖๖ แสดงไอน้ำทำให้อัฒน

ง่าย) ปล่อยให้ไอน้ำเข้ามาทาง ง ตามทางที่ลูกศรชี้ เมื่อเข้ามาถึง ก ก็ดันให้วาล์วเปิด ข มาทาง ท และวาล์วเปิด ร จะดัน

ข้อ ข หมุนไปตามทางลูกศร และขณะที่ข้อ เอ ข ค้น
มาทาง ท นน จะค้นเอาอากาศที่ม้อยู่ภายในออกทางท่อไ
เดีย ข้อ ไอน้ำจะเข้าและออกจากลูกสูบ ต นนเกี่ยวเนื่องกับ
ถนบดเบต ป ถนบดเบตตามจังหวะของข้อ เอ ม ซึ่งติดต่อกับ
ข้อที่ น ค้นให้ปิดและเปิด

ขณะที่ข้อ เอ ค้นมาทาง ข จะค้นให้ถนหมุนไปทางลูก
ศร ข้อ เอ ค้น ก็ถนหมุนตามไปด้วย ขณะนั้นข้อ เอ ม ก็
จะค้นถน ป ให้ปิดช่องไม่ให้ไอน้ำเข้า เพื่อเปิดโอกาสให้ข้อ
เอ ข กลับมากักเก็บ เมื่อข้อ ข หมุนกลับมากักเก็บ

เรา^{นี้}เกิดมาแล้วชาติหนึ่ง

ควรคำนึงถึงชาติศาสนา

ไม่ควรให้เสียทีที่เกิดมา.

ในหมู่ประชาชาวไทย

พระราชบัญญัติรัชกาลที่ ๖