

## บทที่ 7 ความร้อนและบรรยากาศ

พลังงานชนิดแรกที่เราจะศึกษาคือ พลังงานความร้อน ความร้อนเป็นพลังงาน ที่ทำให้ผิวสัมผัสเรารู้สึกร้อนหนาว เป็นพลังงานที่มีความสำคัญกับชีวิตมนุษย์และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์

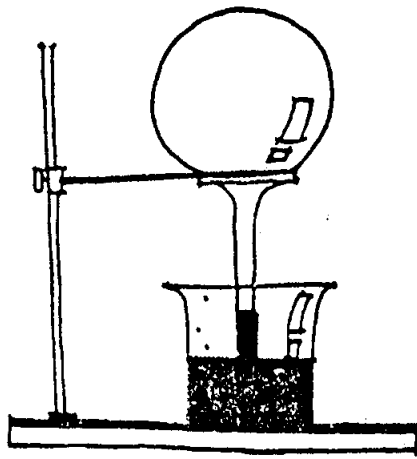
ในตอนแรก ๆ ที่นักฟิสิกส์ศึกษาเรื่องความร้อน คิดว่าความร้อนเป็นของไหลชนิดหนึ่ง เลยตั้งชื่อการไหลของความร้อนว่า คาลอริก (caloric) ซึ่งคำนี้ยังติดมา โดยใช้คำว่า "คาลอรี" เป็นหน่วยวัดปริมาณความร้อน เหตุที่นักวิทยาศาสตร์เข้าใจผิดในตอนแรก ก็เพราะว่าลักษณะการเคลื่อนที่ของความร้อนคล้ายกับการเคลื่อนที่ของของไหล สมมติว่าเป็นน้ำ คือ น้ำจะไหลจากระดับสูงไปหาระดับต่ำเสมอ ความร้อนก็ส่งถ่ายพลังงานจากที่มีระดับความร้อนสูงไปสู่ที่ที่มีระดับความร้อนต่ำเสมอ ระดับความร้อน เรียกว่า อุณหภูมิ ดังนั้นความร้อนจึงส่งถ่ายจากที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าเสมอ

มีทฤษฎีที่พยายามอธิบายเกี่ยวกับสารที่มีความร้อน โดยถ้าเรามองลึกลงไป จะพบว่า ความร้อนเกิดจากการสั่นของโมเลกุลในเนื้อสาร สั่นมากก็ร้อนมาก ได้มีนักวิทยาศาสตร์เป็นชาวอเมริกันโดยกำเนิด ชื่อ เบนจามิน ทอมป์สัน (Benjamin Thompson) ซึ่งต่อมาได้รับบรรดาศักดิ์เป็นเคาน์ รัมฟอร์ด แห่งบาวาเรีย ได้อธิบายเกี่ยวกับความร้อนว่า ความร้อนเกิดจากการทำงาน ซึ่งความคิดของเคาน์ รัมฟอร์ด ได้มีการทดลองให้เห็นจริงโดยนักวิทยาศาสตร์ ชื่อ จูล (Joule) ซึ่งในที่นี้เราจะไม่กล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองของจูล แต่ถ้านักศึกษาคิดถึงเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น เวลาต้มโอเลี้ยง หรือน้ำส้มคั้น ถ้าเราต้มน้ำจนแห้งเหลือแต่น้ำแข็งแล้วยังต้องการที่จะต้มน้ำอีก เราก็ใช้วิธีคนน้ำแข็งเพื่อให้มันละลายกลายเป็นน้ำ การคนคือการทำงาน และงานที่เราจะทำให้เกิดความร้อนไปละลายน้ำแข็ง

แม้ว่าผิวสัมผัสของมนุษย์จะมีความรู้สึกต่อความร้อนหนาวได้ แต่การบอกระดับความร้อนโดยอาศัยผิวสัมผัสนั้นบอกได้ไม่แน่นอน อย่างเช่น ถ้าเดินชอปปิงในศูนย์การค้า ห้องแอร์เย็นฉ่ำ แต่พอเราเดินออกมาจากห้องแอร์แม้จะอยู่ในร่มแต่ก็รู้สึกว่ามันร้อน ผิดกับวันไหนที่เดินตากแดดเหงื่อโชก เพียงได้เข้าไปอาศัยร่มเงาก็จะรู้สึกว่าย็นสบาย เพื่อให้การบอกความร้อนหนาวได้ค่าที่แน่นอน นักวิทยาศาสตร์จึงคิดเครื่องมือสำหรับวัดอุณหภูมิขึ้น เรียกว่า เทอร์โมมิเตอร์

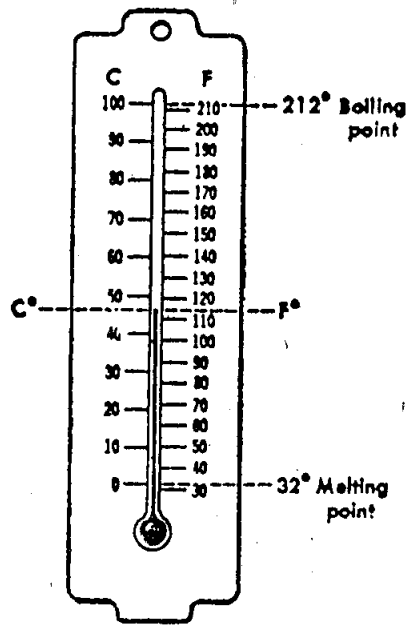
เทอร์โมมิเตอร์แบบแรกประดิษฐ์ขึ้นง่าย ๆ โดยกาลิเลโอ คือ หาขวดแก้วมาลงไฟ

สักพักหนึ่งกะว่าไล่อากาศบางส่วนออกไป แล้วคว่ำลงในอ่างน้ำ เมื่อขูดเย็นลงระดับน้ำในขวดจะขึ้นสูงกว่าระดับน้ำในอ่างเล็กน้อยดังรูป 7.1



รูป 7.1 เทอร์โมมิเตอร์แบบกาลิเลโอ

เพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจนอาจจะหาสีผสมลงไปใต้น้ำก่อนก็ได้ วิธีดูระดับอุณหภูมิโดยการอ่านเทอร์โมมิเตอร์แบบนี้ก็คือ เราต้องรู้ว่าอากาศขยายตัวได้ดีกว่าน้ำ ดังนั้นวันไหนที่อากาศร้อนอากาศในขวดก็ขยายตัวดันให้ระดับน้ำในขวดต่ำลงมา วันไหนที่อากาศเย็นปริมาตรของอากาศในขวดก็หดตัว ระดับน้ำในขวดก็สูงขึ้น จะเห็นว่าการใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบนี้ไม่สะดวกนัก จึงมีผู้คิดเทอร์โมมิเตอร์ขึ้นอีกหลายชนิด เราจะพูดถึงเฉพาะกลุ่มที่สร้างเทอร์โมมิเตอร์โดยอาศัยลักษณะการขยายตัวของปรอท เทอร์โมมิเตอร์แบบนี้ก็ยังมีผู้คิดสร้างหลายคน แต่เกือบจะทุกชนิดจะต้องรวมเอาจุดสองจุดไว้ในสเกลของเทอร์โมมิเตอร์ด้วย นั่นคือ จุดเยือกแข็ง และจุดเดือดของน้ำ เทอร์โมมิเตอร์ปรอทที่นิยมใช้มีอยู่สองชนิด คือ แบบเซลเซียสและฟาเรนไฮต์ เทอร์โมมิเตอร์แบบเซลเซียส มีจุดเยือกแข็งที่ 0 องศา และจุดเดือดที่ 100 องศา เทอร์โมมิเตอร์แบบฟาเรนไฮต์มีจุดเยือกแข็งที่ 32 องศา และจุดเดือดที่ 212 องศา ดูรูป 7.2



รูป 7.2 เทอร์โมมิเตอร์แบบเซลเซียสแบบฟาเรนไฮต์

ถ้าให้ C เป็นค่าอุณหภูมิในหน่วยของเซลเซียส และ F เป็นอุณหภูมิในหน่วยของฟาเรนไฮต์ ความสัมพันธ์ระหว่าง C กับ F อาจเขียนเป็นสมการได้เป็น

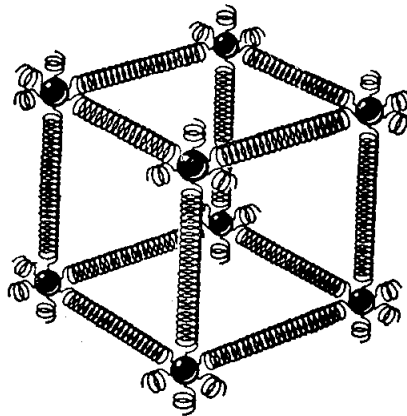
$$C/5 = (F - 32) / 9$$

### ผลของความร้อน

ความร้อนทำให้สสารขยายตัว ขบวนการอันนี้สสารจะอยู่ในสถานะเดิม คือ อาจเป็นการขยายตัวในสถานะของแข็ง หรือการขยายตัวในสถานะของเหลว หรือการขยายตัวในสถานะที่เป็นก๊าซ การขยายตัวอาจทำให้ความยาวมากขึ้นเราเรียกว่า การขยายตัวตามเส้น มีพื้นที่มากขึ้นเรียกว่า การขยายตัวตามพื้นที่ หรือทำให้ปริมาตรมากขึ้นเรียกว่า การขยายตัวตามปริมาตรสสารต่างชนิดกันมีคุณสมบัติในการขยายตัวไม่เหมือนกัน เรื่องผลของความร้อนที่ทำให้สสารขยายตัวนี้นำไปประยุกต์ใช้กับงานประเภทช่างได้ เช่น การเอาเหล็กรัดล้อเกวียน การเอาเหล็กรัดถังเหล้า

## การขยายตัวตามอุณหภูมิ

การเปลี่ยนของอุณหภูมิก่อให้เกิดผลสามัญสองอย่างคือ การเปลี่ยนขนาดและการเปลี่ยนสถานะของสสาร เราลองพิจารณาการเปลี่ยนขนาดโดยไม่มี การเปลี่ยนสถานะ ในผลึกของของแข็งอะตอมถูกยึดเข้าด้วยกันเป็นแถว ๆ อย่างมีระเบียบด้วยแรงทางไฟฟ้า แรงระหว่างอะตอมนั้นเกิดขึ้นเหมือนกับว่ามันถูกยึดไว้ด้วยสปริงที่ต่อกันระหว่างอะตอม (ดังรูป 7.4) สปริงเหล่านี้แข็งแรงมากและมีอยู่ประมาณ  $10^{22}$  ต่อกบทุกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิใด ๆ อะตอมของของแข็งสั่นอยู่แอมพลิจูดของการสั่นมีค่าประมาณ  $10^{-9}$  เซนติเมตร และมีความถี่ประมาณ  $10^{13}$  รอบ/วินาที



รูป 7.4 โมเลกุลของของแข็งยึดเหนี่ยวกัน

เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างอะตอมเพิ่มขึ้นด้วย ทำให้เกิดการขยายตัวของวัตถุทั้งก้อน การเปลี่ยนขนาดในมิติเดียวของของแข็ง เช่น ความยาว ความกว้าง และความหนา เรียกว่า การขยายตัวตามเส้น (linear expansion) ถ้ามีความยาว  $l$  เกิดการเปลี่ยนความยาว  $\Delta l$  เนื่องจากการเปลี่ยนอุณหภูมิไป  $\Delta T$  เราพบจากการทดลองว่า ถ้า  $\Delta T$  ไม่มากเกินไปนัก การเปลี่ยนความยาว  $\Delta l$  จะเป็นสัดส่วนตรงกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป  $\Delta T$  และเป็นสัดส่วนตรงกับความยาวเดิม  $l$  ดังนั้นเราเขียนได้ว่า

$$\Delta l = \alpha l \Delta T$$

เรียกว่า สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามเส้น (coefficient of linear expansion) มีค่าต่างกันสำหรับสารต่างชนิดกัน เขียนสมการนี้ใหม่จะได้

$$\alpha = \frac{1}{l} \frac{\Delta l}{\Delta T}$$

ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่า  $\alpha$  มีความหมายเป็นเศษส่วนการเปลี่ยนความยาวต่อองศาของอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป

ในของแข็งเป็นจำนวน มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนความยาวสำหรับกามาเปลี่ยนอุณหภูมิอันหนึ่งมีค่าเดียวกันสำหรับเส้นตรงทุกเส้นที่ลากขึ้นในของแข็งนั้น การขยายตัวที่เกิดขึ้นเหมือนกับการขยายรูปถ่าย ยกเว้นของแข็งมีรูปสามมิติเท่านั้น เช่น ถ้าท่านมีแผ่นโลหะแบนเจาะเป็นรูปค่า  $\Delta l/l$  ( $= \alpha \Delta T$ ) สำหรับ  $\Delta T$  ที่กำหนดให้จะมีค่าเดียวกันทั้งในส่วนหนา เส้นทแยงมุมต่าง ๆ เส้นผ่าศูนย์กลางรูที่เจาะทุกเส้นจะยาวขึ้นในอัตราส่วน  $\alpha$  ต่อทุกองศาที่เพิ่ม ลักษณะเหมือนกับการขยายรูปถ่ายซึ่งแสดงไว้ในรูป 7.5 การขยายตัวที่แสดงไว้จาก (a) ไป (b) ตามจริงแล้วจะต้องเพิ่มอุณหภูมิถึง 100,000 เซลเซียส



(a)



(b)

รูป 7.5 ไม้บรรทัดทำด้วยเหล็กกล้าที่อุณหภูมิต่างกัน

ด้วยความคิดอันนี้ ผู้อ่านควรพิสูจน์ว่า อัตราส่วนการเปลี่ยนในพื้นที่ A ต่อองศาของอุณหภูมิที่เปลี่ยนในสารสมลักษณะ มีค่า  $2\alpha$  หรือ

$$\Delta A = 2\alpha A \Delta T$$

และเศษส่วนการเปลี่ยนแปลงในปริมาตร  $V$  ต่อองศาของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงสำหรับสารสมลักษณะ คือ  $3 \alpha$  หรือ  $V = 3 \alpha V \Delta T$

ในของไหล (fluid) รูปร่างของมันไม่แน่นอน การเปลี่ยนแปลงปริมาตรเท่านั้นที่รู้สึกเด่นชัด ก๊าซเปลี่ยนแปลงปริมาตรได้มากตามอุณหภูมิและความกดดัน ส่วนของเหลวเปลี่ยนแปลงได้น้อยกว่ามาก ถ้าเราให้ แทน  $\beta$  สัมประสิทธิ์การขยายตัวตามปริมาตรของของเหลว หรือ

$$\beta = \frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta T}$$

เราพบว่า  $\beta$  ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ ของเหลวขยายตัวตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น การขยายตัวของของเหลวมีค่าประมาณ 10 เท่าของการขยายตัวของของแข็ง

ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนสถานะของแข็งบางชนิดเมื่อได้รับความร้อนอุณหภูมิก็คจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงอุณหภูมิหนึ่ง อุณหภูมิจะไม่เพิ่มขึ้นแต่จะอยู่คงที่ ความร้อนที่สสารได้รับเข้ามาจะถูกไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะ จากของแข็งเป็นของเหลว เรียกจุดที่อุณหภูมิกิ่งที่นี้ว่า จุดหลอมเหลว เมื่อของแข็งกลายเป็นของเหลวหมดแล้ว อุณหภูมิก็จะเพิ่มจากจุดหลอมเหลวนี้ไปเรื่อย ๆ จนถึงจุดหนึ่งอุณหภูมิกิ่งที่และของเหลวจะเปลี่ยนเป็นก๊าซ เมื่อสถานะที่เป็นของเหลวหมดแล้วอุณหภูมิกิ่งที่เพิ่มไปเรื่อยๆ ในกระบวนการกลับกัน ถ้าเราเริ่มจากสถานะที่เป็นก๊าซ เมื่อความร้อนถูกดึงออกจากสารนั้นเรื่อย ๆ สารนั้นก็เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวและของแข็งได้ อย่างเน้นให้นักศึกษาทราบว่า การเปลี่ยนแปลงสถานะนี้ มวลของสสารจะคงที่แต่ปริมาตรอาจเปลี่ยนแปลงไปและไม่มีการตรงตัวที่จะบอกว่า สถานะไหนจะมีปริมาตรมากกว่า

### ความชื้นและจุดน้ำค้าง

เมื่อน้ำระเหยขึ้นสู่บรรยากาศจากแหล่งน้ำทั้งหลาย เช่น แม่น้ำ ลำคลอง ทะเล มหาสมุทร โมเลกุลของไอน้ำจะวิ่งปะปนอยู่ในโมเลกุลของอากาศ อากาศจะสามารถรับโมเลกุลของไอน้ำได้จำนวนจำกัด หมายความว่า ถ้าอากาศรอบ ๆ แหล่งน้ำไม่สามารถรับโมเลกุลของไอน้ำได้อีกแล้ว น้ำในแหล่งน้ำนั้นก็ระเหยไม่ได้ เนื่องจากวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ต้องการทราบปริมาณเป็นตัวเลข จึงได้มีผู้คิดหาจำนวนไอน้ำในอากาศต่อหน่วย ปริมาตรของอากาศออกมาเป็นตัวเลข เรียกปริมาณนี้ว่า ความชื้น (humidity) นอกจากนั้นยังหาขีดสูงสุดที่สภาพอากาศขณะนั้นจะรับไอน้ำได้ อัตราส่วนของไอน้ำที่มีอยู่จริงขณะนั้นต่อไอน้ำที่จะได้เต็มที่ในอากาศขณะนั้น คูณด้วย 100 ได้ค่าตัวเลขเป็นเปอร์เซ็นต์ เรียกว่า ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity)

ค่าความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าระหว่างศูนย์ถึงร้อย ในการพยากรณ์อากาศนอกจากจะบอก อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความเร็วของลม มักจะบอกความชื้นสัมพัทธ์ไว้ด้วย ถ้าวันไหนมีความชื้นสูง เราพอจะรู้ได้จากความรู้สึก เพราะวันนั้นจะมีความรู้สึกว่าเหงื่อไม่ค่อยระเหย ทำให้ผิวเหนอะหนะ

ถ้ามีไอน้ำในอากาศมาก ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูง แล้วอากาศเย็นลง อากาศจะมีความสามารถในการรับไอน้ำได้น้อยลง ไอน้ำส่วนเกินก็จะเริ่มกลั่นคืนสู่สถานะเดิม คือ กลายเป็นของเหลวอีกครั้งหนึ่ง ในลักษณะเช่นนี้ เราจะมองเห็นเป็นหมอก หรือน้ำค้างขณะที่ไอน้ำเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำนั้น อุณหภูมิของอากาศจะคงที่อยู่ชั่วระยะเวลาหนึ่ง อุณหภูมิที่คงที่นี้ เรียกว่า จุดน้ำค้าง (dew point)

### การถ่ายเทความร้อน

ความร้อนสามารถถ่ายเทย้ายที่ได้ในแบบต่างๆ กัน 3 แบบคือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผรังสีความร้อน ทั้งนี้ได้หมายความว่า ถ้าความร้อนถ่ายเทโดยวิธีใดแล้วจะต้องถ่ายเทโดยวิธีนั้นเพียงอย่างเดียว ตามปกติเกิดขึ้นพร้อมกันทั้งสามแบบ แต่ถ้าโดยแบบใดมาก เราก็พูดว่าเป็นการถ่ายเทความร้อนในแบบนี้ ๆ

1. การนำความร้อน (conduction) ถ้าเราเอาเหล็กคียบถ่านไปคิมถ่านในเตาไฟที่กำลังร้อนแดงหรือใช้ลวดแห่เข้าไปในเตาไฟที่กำลังร้อนๆ เราจะรู้สึกร้อนตรงมือที่จับคิมหรือลวด ความร้อนที่ผ่านจากเตาไฟมาสู่มือโดยมีคิมคียบถ่านหรือลวดเป็นตัวนำ วิธีนี้เรียกว่า การนำความร้อน การนำความร้อนนั้นสสารไม่ได้เคลื่อนที่ แต่ความร้อนจะถูกส่งถ่ายโดยการสั่นของโมเลกุลของสสาร สสารต่างชนิดกันจะมีสภาพนำความร้อนไม่เท่ากัน ตาราง 7.1 เป็นตารางบอกค่าสภาพนำความร้อนของสสารที่เราคุ้นเคยหลายชนิด พวกที่นำความร้อนได้ดี ก็เรียกว่า ตัวนำความร้อน ส่วนพวกที่นำความร้อนได้ไม่ดี ก็เรียกว่า ฉนวนความร้อน

ตาราง 7.1

ตารางแสดงสภาพนำความร้อนของสสารบางชนิด

สสาร	สภาพนำความร้อน
1. เงิน	1.006
2. ทองแดง	0.918
3. ทอง	0.700

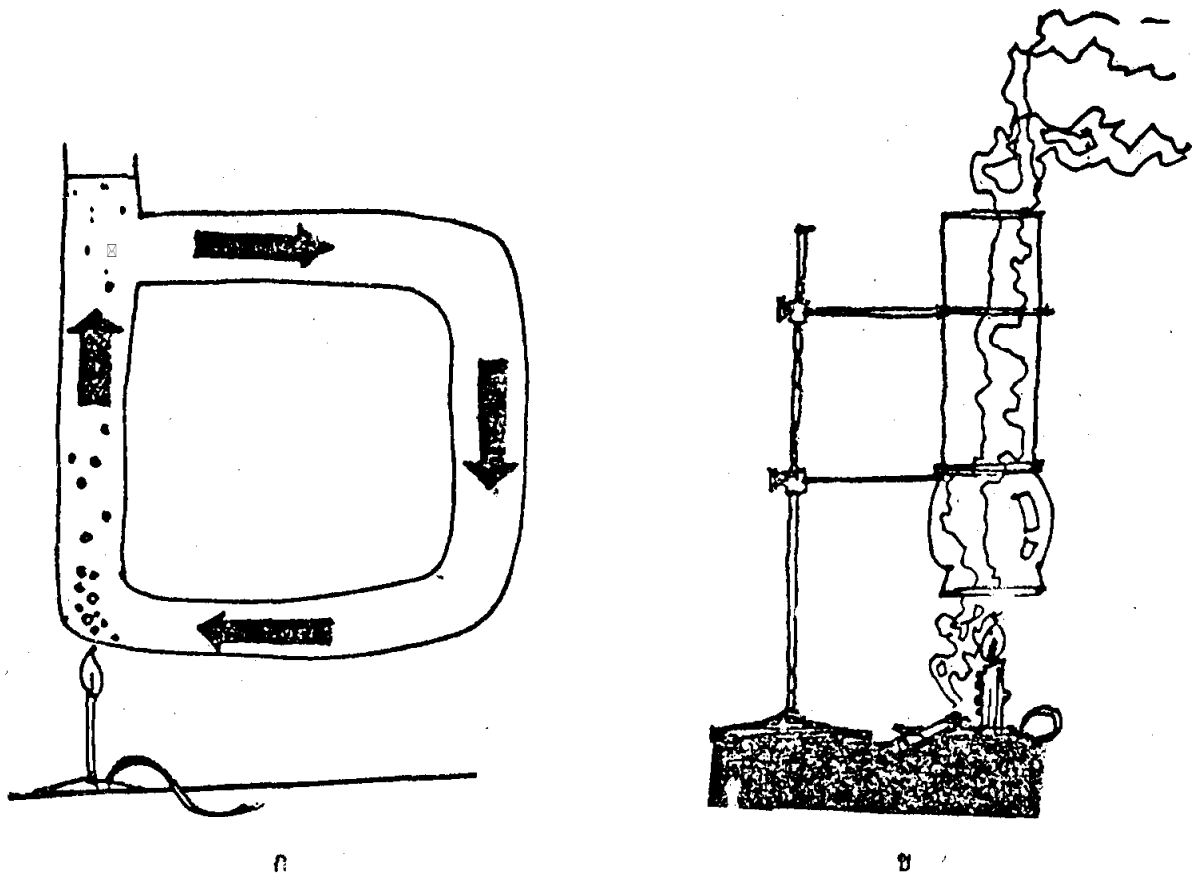
4. อะลูมิเนียม	0.460
5. สังกะสี	0.632
6. ทองเหลือง	0.260
7. เหล็ก	0.161
8. ดีบุก	0.155
9. นิเกิล	0.142
10. ตะกั่ว	0.083
11. น้ำแข็ง	0.0022
12. น้ำ	0.0025
13. หนังสัตว์	0.003
14. กระดาษ	0.0019
15. โยแอสเบสตอส	0.00012
16. ซีลี้อย	0.00019
17. ไหม	0.000095
18. ขนสัตว์	0.000087
19. อากาศ	0.0000568

จากตารางแสดงสภาพนำความร้อนของวัตถุเป็นตัวเลขเหล่านั้นย่อมเห็นได้จากรายการที่ 1-10 ซึ่งเป็นโลหะ สามารถนำความร้อนได้ดีกว่าสารอื่น ๆ ที่ไม่ใช่โลหะ รายการที่ 11-19 เป็นสารที่มีสภาพนำความร้อนต่ำที่เราเรียกว่า ฉนวนความร้อน ถ้าปล่อยให้ความร้อนผ่านสารเหล่านี้ จะมีความร้อนเพียงเล็กน้อยผ่านไปได้

จากคุณสมบัติการนำความร้อนของสารต่างชนิดกันไม่เท่ากัน ซึ่งดูได้จากสภาพนำความร้อนของมัน สามารถนำไปใช้ประดิษฐ์สิ่งของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การใช้สารที่เป็นโลหะทำภาชนะที่ใช้ในการหุงต้ม ส่วนสารที่มีสภาพนำความร้อนต่ำ ก็ใช้ทำภาชนะเครื่องครัวได้เหมือนกัน คือ ทำส่วนที่เป็นด้าม เมื่อเวลาจับถือจะได้ไม่ร้อนมือ หรือใช้ทำฝาผนังที่มีส่วนประกอบด้วยซีลี้อย จะช่วยกันความร้อนจากภายนอก ด้านรับความร้อนจากแสงอาทิตย์ได้ดี คนที่อยู่บ้านมุงแฝกจะรู้สึกว่าเป็นสบายกว่าคนที่อยู่บ้านมุงด้วยสังกะสีในหน้าร้อน การใช้ฉนวนเป็นส่วนประกอบของฝักั้นห้องนี้ ถ้าเป็นห้องติดเครื่องปรับอากาศ (เครื่องทำความเย็นหรือเครื่องทำความร้อน) จะช่วยรักษาอุณหภูมิภายในให้คงที่ง่ายขึ้น



2. การพาความร้อน (convection) การถ่ายเทความร้อนวิธีนี้ ความร้อนจะถูกพาไปกับโมเลกุลของสสาร คือ สสารเคลื่อนที่ด้วย ซึ่งโดยมากการถ่ายเทความร้อนแบบนี้จะเกิดขึ้นกับของไหล อย่างเช่นกรณีของลาวาพาความร้อนจากภายในโลกออกมาสู่ภายนอกทางปล่องภูเขาไฟ น้ำพุร้อนธรรมชาติก็เช่นเดียวกัน หรือการที่เราสูมไฟได้ต้นไม้จะทำให้ใบไม้ที่อยู่เหนือกองไฟเกรียมแม้บางที่ใบไม้เหล่านั้นไม่ได้ถูกเปลวไฟเลย ทั้งนี้เพราะโมเลกุลของอากาศพาความร้อนไปสู่ใบไม้คนที่เคยอยู่บ้านนอกจะเห็นชาวบ้านบางคนเขาตอบูหรี่จากตะเกียงโป๊ะ หรือตะเกียงเจ้าพายุ โดยเพียงแต่เอาปลายบูหรี่ไว้เหนือขอบแก้วโป๊ะตะเกียงก็จะมีไฟติดบูหรี่ รูป 7.6 (ก) และ 7.6 (ข) แสดงวิธีทดลองง่าย ๆ เพื่อสนับสนุนการพาความร้อนของของไหลในรูป 7.6 (ก) เราต้มน้ำที่มุมหนึ่งของหลอดแก้วน้ำร้อนจะลอยตัวขึ้น น้ำเย็นจากส่วนขวาไหลเข้าไปแทนที่ ส่วนน้ำที่ได้รับความร้อนลอยขึ้นพาเอาความร้อนไปด้วย แล้วถ่ายเทให้กับหลอดแก้วส่วนอื่น ๆ ที่มันผ่านไป ในรูป 7.6 (ข) แสดงการหมุนเวียนของอากาศ โดยอาศัยเทียนหลอดแก้ว และควันบูหรี่ คือ เมื่ออากาศลอยขึ้นเพราะได้รับความร้อนจากเปลวเทียน ควันบูหรี่จะช่วยให้เรามองเห็นการลอยตัวของโมเลกุลของอากาศ



รูป 7.6 แสดงการพาความร้อน

การที่บริเวณเส้นศูนย์สูตรของโลกได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์มากกว่าบริเวณขั้วโลกนั้น อากาศในบริเวณเส้นศูนย์สูตรย่อมร้อนกว่าแถบขั้วโลก อากาศที่ร้อนนี้ลอยขึ้นพาเอาความร้อนไปด้วย ทำให้อากาศแถบที่เย็นกว่าพัดเข้ามาแทนที่ ในเรื่องลมบก ลมทะเล ก็อาศัยหลักการเกิดแบบเดียวกัน

3. การแผ่รังสี (radiation) การแผ่รังสีความร้อนที่เห็นได้ชัดคือ หรือการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์มายังโลก ซึ่งความเร็วของรังสีความร้อนจะเท่ากับความเร็วของแสง ความจริงแล้ว ดวงอาทิตย์ เต้าไฟ หรือหลอดไฟฟ้า ที่กำลังจุดสว่าง ต่างก็ส่งพลังงานความร้อนออกมาในรูปรังสีพลังงานทั้งสิ้น รังสีบางรังสีเราอาจจะมองไม่เห็น เช่น รังสีอินฟราเรด (infrared) ซึ่งเราจะได้พูดถึงรังสีนี้อีกครั้งหนึ่งเมื่อตอนพูดถึงเรื่องแสงสว่าง วัตถุที่ร้อนแม้ว่าจะไม่เห็นว่ามันแดง มันก็ปล่อยรังสีความร้อน ร่างกายมนุษย์ ซึ่งมีความร้อนอยู่ภายในก็แผ่รังสีความร้อนซึ่งอาจจะเป็นรังสีอินฟราเรดออกมา

การประยุกต์อย่างหนึ่งที่น่าสนใจเกี่ยวกับการแผ่รังสีความร้อนก็คือ การใช้การแผ่รังสีความร้อนของร่างกายในการวินิจฉัยโรค ซึ่งเรียกเทคนิคอันนี้ว่า เทอร์โมกราฟี (Thermography) โดยการใช้เครื่องมือพิเศษชนิดหนึ่ง ที่เรียกว่า เทอร์โมกราฟ (Thermograph) วัดความเข้มของการแผ่รังสี จากส่วนของร่างกาย ทำให้ได้รูปคล้ายรูปจากการฉายรังสีเอกซ์ ดังรูป 7.7 เทคนิคอันนี้จะช่วยค้นหาตำแหน่งที่เป็นเนื้องอกเพราะบริเวณนั้นจะมีการเผาผลาญทางร่างกายสูง จึงมีความร้อนแผ่ออกมามาก



รูป 7.7 แสดงภาพถ่ายจากรังสีความร้อน

ในรูป 7.7 แสดงศีรษะของเด็กหญิงคนหนึ่ง บริเวณที่แรเงามีความดำขาวไม่เท่ากัน แสดงถึงความเข้มในการแผ่รังสีความร้อน ส่วนที่สีจางหรือสีขาวคือส่วนที่ร้อนที่สุด ส่วนที่ดำคือส่วนที่เย็น

เมื่อรังสีตกกระทบวัตถุบางส่วนอาจจะทะลุผ่าน บางส่วนอาจจะถูกสะท้อนกลับ บางส่วนอาจจะถูกดูดกลืน ทำให้วัตถุนั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้น

รังสีความร้อนที่เราได้รับ ขึ้นอยู่กับลักษณะผิวของตัวกำเนิดความร้อน แยกได้เป็นสามประการ คือ

1. ขนาดของผิว ถ้าขนาดใหญ่ก็ส่งรังสีมาก
2. อุณหภูมิของผิว ถ้าอุณหภูมิสูงคือร้อนมากก็ส่งรังสีมาก
3. ลักษณะผิว ถ้าเป็นผิวสีดำหรือผิวขรุขระ จะส่งรังสีได้มากกว่าผิวเรียบและผิวเป็นเงามัน

งามัน

ในการทำงานเดียวกัน ในด้านของผู้รับรังสีความร้อน จะรับได้มากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับขนาด พื้นที่รับ และลักษณะผิว ถ้าลักษณะที่ส่งรังสีได้ดีก็จะเป็นลักษณะของตัวรับรังสีได้ดีเช่นกัน

## ไอโซนในชั้นบรรยากาศ

โลกเป็นดาวเคราะห์ดวงหนึ่งที่อยู่ในระบบสุริยะจักรวาล ได้รับแสงสว่างและความร้อนจากดวงอาทิตย์ ซึ่งส่งมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเรียกทั่ว ๆ ไปว่า รังสี รังสีที่ส่งมาจากดวงอาทิตย์มีทั้งรังสีชนิดที่ก่อให้เกิดประโยชน์และชนิดที่ก่อให้เกิดโทษ แต่ธรรมชาติได้สร้างเกราะป้องกันโลกจากอันตรายต่าง ๆ ขึ้น สิ่งนั้นคือ ชั้นบรรยากาศรอบ ๆ โลกซึ่งประกอบด้วยชั้นบรรยากาศ 4 ชั้น และชั้นบรรยากาศที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมบนโลกขณะนี้ก็คือชั้นสตราโตสเฟียร์ (stratosphere) ซึ่งอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 18-50 กิโลเมตร ในบรรยากาศชั้นนี้มีไอโซนปะปนอยู่หนาแน่นที่สุด

ไอโซนเป็นสารประกอบที่มีสถานะเป็นก๊าซ ปะปนในบรรยากาศทั่ว ๆ ไปน้อยมาก แต่พบว่าไอโซนหนาแน่นที่สุดในชั้นบรรยากาศสตราโตสเฟียร์ ที่ระดับความสูง 25-35 กิโลเมตร ไอโซนเกิดจากออกซิเจน 1 โมเลกุล รวมตัวกับอะตอมออกซิเจนอิสระ โดยมีรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV) โดยเฉพาะชนิด A เป็นตัวเร่งทำให้โมเลกุลของออกซิเจนแตกเป็นอะตอม ในขณะเดียวกันเมื่อดวงอาทิตย์แผ่รังสี UV-B จะทำให้โมเลกุลของไอโซนแตกตัวกลับไปเป็นอะตอมของออกซิเจนและโมเลกุล ของออกซิเจนดั้งเดิม จะเห็นได้ว่ามีขบวนการเกิดและขบวนการทำลายของไอโซนในชั้นบรรยากาศมีอยู่ตลอดเวลา และรักษาสภาพสมดุลให้คงอยู่ได้มากไม่มีปฏิกิริยาอื่นมาแทรกซ้อน

รังสีอุลตราไวโอเล็ต เป็นรังสีที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วงระหว่าง 200-400 นาโนเมตร โดยทั่วไป รังสีอุลตราไวโอเล็ต แบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

1. อุลตราไวโอเล็ตชนิดเอ (UV-A) ไม่เป็นอันตรายต่อชีวิต ผ่านเข้าสู่ชั้นบรรยากาศบนพื้นโลกได้ โดยไม่ถูกกรองด้วยบรรยากาศชั้นโอโซน

2. อุลตราไวโอเล็ตชนิดบี (UV-B) มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตบนพื้นโลก และทำลายสมดุลธรรมชาติ บรรยากาศชั้นโอโซนสามารถกรองรังสีชนิดนี้ได้ 70-90 %

3. อุลตราไวโอเล็ตชนิดซี (UV-C) มีอันตรายร้ายแรงต่อสิ่งมีชีวิตในโลก บรรยากาศชั้นโอโซนจะดูดซับกรองออกไปหมด ไม่ตกลงมาสู่พื้นโลก

จากการที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันนี้ย่อมก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อม ล้วนแต่เป็นการกระทำของมนุษย์ที่คิดประดิษฐ์สารเคมีที่มีผลต่อสภาพภูมิอากาศ ซึ่งกว่าจะรู้ว่าเกิดผลเสียต้องใช้เวลาในการศึกษาผลกระทบเป็นเวลานาน ด้วยเหตุดังกล่าว ประชากรโลกมีความตื่นตัวสูงมากในการแก้ไขหรือชะลอการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ จึงได้ร่วมประชุมตกลงกัน จนในปัจจุบันมีอนุสัญญามอนทรีออล (The Montreal protocol) เพื่อลดการใช้สารเคมีดังกล่าว วิธีการป้องกันในขั้นต้นที่ด่วนที่สุดขณะนี้ก็คือ การจำกัด ลด และหาสารทดแทนสารเคมีที่ไปทำลายบรรยากาศในชั้นโอโซน สำหรับประเทศไทยนั้นมีพ.ร.บ. วัตถุประสงค์ พ.ศ. 2510 ควบคุมการขึ้นทะเบียนและขออนุญาตใช้ผลิต นำเข้า และส่งออกของสารดังกล่าว ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถจะลดหรือจำกัด สารเคมีที่ก่อให้เกิดการทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศได้

## แบบฝึกหัด

- 7.1 ความร้อน (Heat) คืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร
- 7.2 หน่วยของพลังงานความร้อน และปริมาณความร้อนคืออะไร มีความเป็นมาอย่างไร
- 7.3 เทอร์โมมิเตอร์แบบกาลิเลโอ มีลักษณะและหลักการทำงานอย่างไร เหตุใดเราจึงไม่นิยมใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบนี้
- 7.4 เทอร์โมมิเตอร์มีประโยชน์อย่างไร จุดเยือกแข็ง (freezing point) และจุดเดือด (boiling point) คืออะไร มีความสัมพันธ์กับเทอร์โมมิเตอร์อย่างไร
- 7.5 เทอร์โมมิเตอร์แบบเซลเซียส แตกต่างกับเทอร์โมมิเตอร์แบบฟาเรนไฮต์อย่างไรและที่อุณหภูมิ  $90^{\circ}\text{F}$  จะเท่ากับกี่องศาเซลเซียส
- 7.6 ผลของความร้อนทำให้วัตถุหรือสสาร เปลี่ยนแปลงอย่างไร และสามารถนำผลนั้นไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ ได้อย่างไรบ้าง
- 7.7 จุดหลอมเหลว หมายถึงอะไร และในการเปลี่ยนสถานะของสสารนั้นมวลและปริมาตรจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
- 7.8 การถ่ายเทความร้อน มีกี่แบบ อะไรบ้าง พร้อมทั้งอธิบายลักษณะของการถ่ายเทแต่ละแบบมาให้เข้าใจ
- 7.9 การแผ่รังสีความร้อน แตกต่างกับการนำความร้อน และการพาความร้อนอย่างไร
- 7.10 คำว่า ตัวนำความร้อน ฉนวนความร้อน และวัตถุอยู่ในสภาวะคงตัว (steady state) หมายถึงอะไร
- 7.11 สสารต่อไปนี้ อะไรเป็นตัวนำความร้อนที่ดีที่สุด และอะไรเป็นฉนวนความร้อนที่ดีที่สุด  
สังกะสี ขนสัตว์ กระจกใส ดินบุก ตะกั่ว น้ำ เงิน ทองแดง ไหม และอากาศ