

บทเรียนที่

9

สมบัติทาง เทอร์โมไดนามิกส์ เบื้องต้น

วิชา กลศาสตร์เครื่องกล



1. นิยามของเทอร์โมไดนามิกส์

เทอร์โมไดนามิกส์ (Thermodynamics) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ พลังงาน และความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนกับงาน โดยเน้นการถ่ายโอนพลังงานจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง หรือจากรูปแบบหนึ่งไปยังอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งมี กฎทั้ง 4 ข้อดังนี้

1 กฎข้อที่ 0 (The Zeroth Law) หมายถึง กฎแห่งความสมดุลทางอุณหภูมิ (Thermal Equilibrium) กฎข้อนี้เป็นหลักการการทำงานของเทอร์โมมิเตอร์

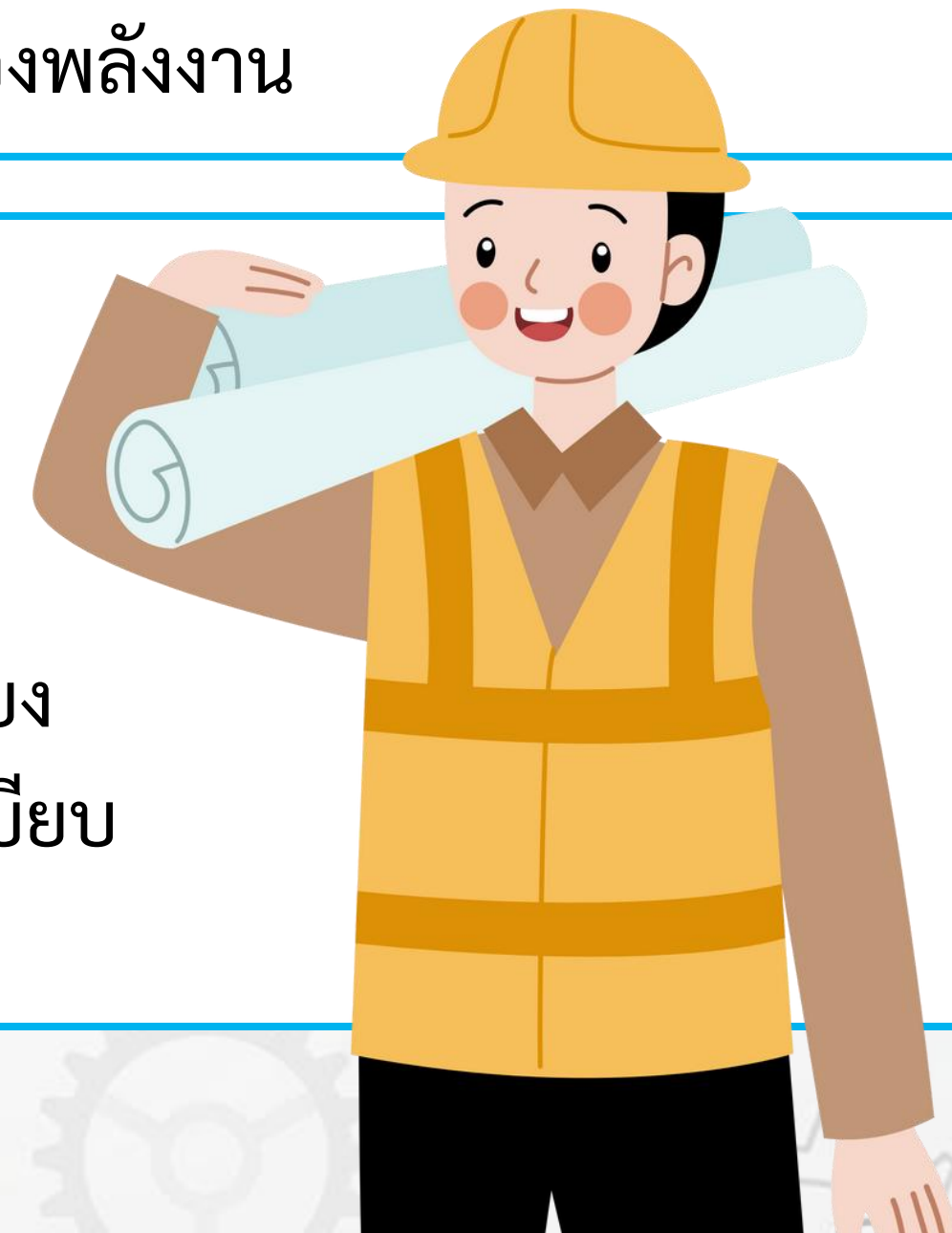
2 กฎข้อที่ 1 (The First Law) หมายถึง กฎการอนุรักษ์พลังงาน (Conservation of Energy) เป็นกฎของการอนุรักษ์พลังงาน ที่กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงของพลังงานภายในของระบบ จะมีค่าเท่ากับ ความต่างของความร้อนจากสิ่งแวดล้อมที่เข้าสู่ระบบกับงานที่ระบบกระทำต่อสิ่งแวดล้อม

3

กฎข้อที่ 2 (The Second Law) หมายถึง กฎที่ว่าด้วยคุณภาพและทิศทางของพลังงาน โดยกระบวนการที่เกิดขึ้นจริงในทางเทอร์โมไดนามิกส์อธิบายเกี่ยวกับตัวแปรที่เป็นตัวกำหนดทิศทางของการเกิดกระบวนการต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นทางกายภาพหรือการเกิดการกระจายตัวของวัตถุ สสาร อะตอมโมเลกุล หรือแม้แต่การกระจายตัวของพลังงาน

4

กฎข้อที่ 3 (The Third Law) กล่าวว่า ที่อุณหภูมิศูนย์เคลวิน อะตอมที่อยู่ในผลึกที่สมบูรณ์จะไม่เกิดการเคลื่อนที่ (เนื่องจากไม่มีพลังงานความร้อน) ดังนั้น อะตอมเหล่านี้ จะจัดเรียงอยู่อย่างเป็นระเบียบที่สุด นั่นคือ จัดเรียงตัวได้เพียงแบบเดียวเท่านั้น หรือกล่าวได้ว่า ระบบไม่มีความไม่เป็นระเบียบเหลืออยู่เลย



หลักการทางเทอร์โมไดนามิกส์ สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย เช่น ระบบปรับอากาศ เครื่องยนต์สันดาป โรงไฟฟ้าและอื่น ๆ ดังแสดงในรูป



เครื่องปรับอากาศ



ตู้เย็น



เครื่องยนต์สันดาป



เครื่องบิน



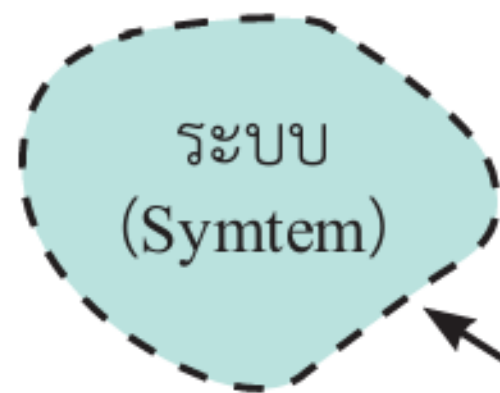
โรงไฟฟ้า



ระบบทางเทอร์โมไดนามิกส์

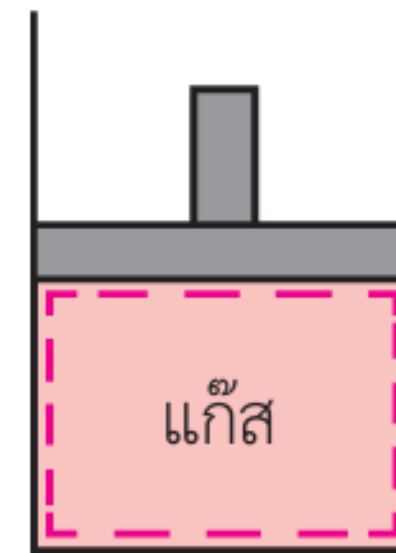
ระบบ หมายถึง สิ่งที่น่าสนใจหรือส่วนที่ถูกเลือกศึกษาในการวิเคราะห์ทางเทอร์โมไดนามิกส์
สิ่งที่อยู่ภายนอกระบบเรียกว่า สิ่งแวดล้อม (Surrounding)
และระบบที่ถูกแยกจากสิ่งแวดล้อม เรียกว่า ขอบเขต (Boundary)

สิ่งแวดล้อม
(Surrounding)



ขอบเขต
(Boundary)

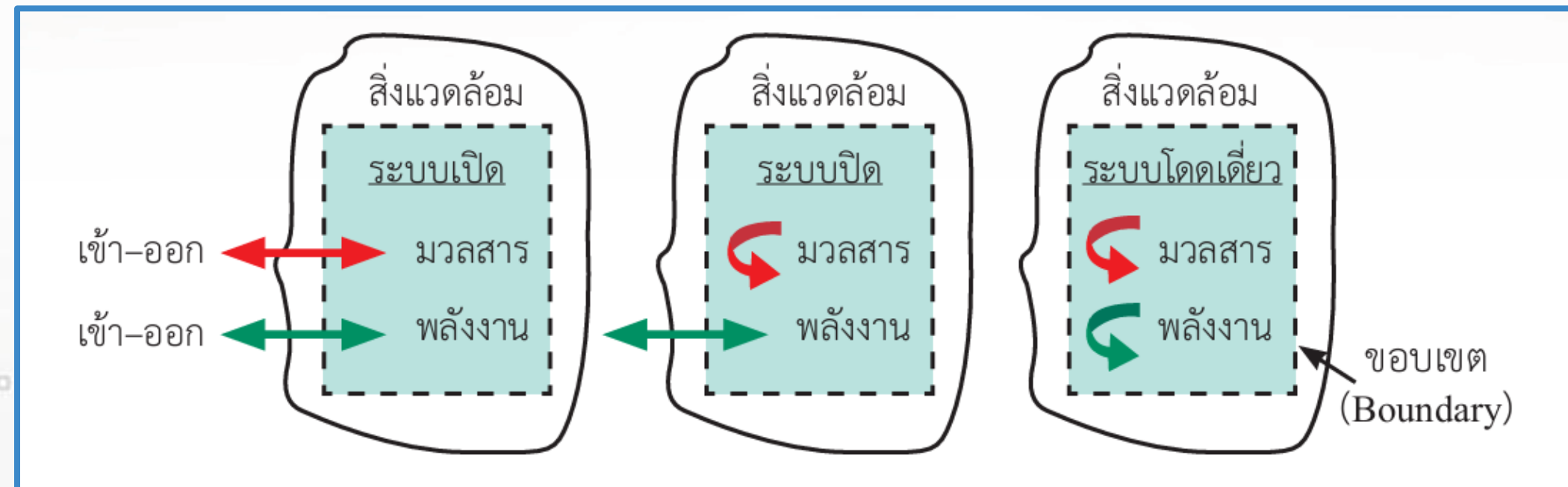
แสดงระบบทางเทอร์โมไดนามิกส์



แสดงระบบภายในลูกสูบเครื่องยนต์ใช้งาน

โดยระบบที่วิเคราะห์ในทางเทอร์โมไดนามิกส์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ระบบ

- 1 **ระบบเปิด (Open System)** หมายถึง ระบบที่ยอมให้มีการถ่ายเทมวลและมีการถ่ายเทพลังงานผ่านขอบเขตของระบบ
- 2 **ระบบปิด (Closed System)** หมายถึง ระบบที่ไม่มีการถ่ายเทมวลแต่ยอมให้มีการถ่ายเทพลังงานผ่านขอบเขตของระบบ
- 3 **ระบบโดดเดี่ยว (Isolated System)** หมายถึง ระบบที่ไม่มีการถ่ายเทมวลและไม่มีการถ่ายเทพลังงานผ่านขอบเขตของระบบ





สมบัติเทอร์โมไดนามิกส์

สมบัติเทอร์โมไดนามิกส์ที่จะกล่าวถึงในที่นี้ ได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน ความหนาแน่น ปริมาตรจำเพาะ (Specific Volume) และความร้อนจำเพาะ (Specific Heat)

3.1

อุณหภูมิ

สมบัติทางกายภาพของสสารที่แสดงปริมาณร้อนหรือเย็น บ่งบอกการมีอยู่ของพลังงานความร้อนหรือความเย็นของสารหรือวัตถุ โดยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสามารถสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับพลังงานจลน์ของโมเลกุลในสารนั้น ๆ อุณหภูมิเป็นการวัดค่าความร้อนในสสาร ซึ่งสามารถแสดงผลได้ผ่านหน่วยวัดอุณหภูมิ และมักจะถูกวัดด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) ที่สามารถแสดงค่าของอุณหภูมิในหน่วยที่เข้าใจได้ง่าย

- 1 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)** เป็นหน่วยที่นิยมมากที่สุด โดยเปรียบกับอุณหภูมิของน้ำบริสุทธิ์ จุดเยือกแข็งของน้ำตั้งไว้ที่ 0 องศาเซลเซียส และจุดเดือดที่ 100 องศาเซลเซียสที่ความดัน 1 บรรยากาศ
- 2 เคลวิน (K)** เป็นหน่วย SI ของอุณหภูมิตามระบบหน่วยสากล ใช้ในการคำนวณด้านวิทยาศาสตร์ และ 0 เคลวินในทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงอุณหภูมิที่เป็น 0 จริง ๆ และ 0 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 273.15 K
- 3 องศาฟาเรนไฮต์ ($^{\circ}\text{F}$)** เป็นหน่วยวัดอุณหภูมิที่นิยมใช้ในบางประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา และสหราชอาณาจักร โดยมีการกำหนดค่าของอุณหภูมิที่สำคัญดังนี้
 - น้ำแข็ง (ที่อุณหภูมิ 0°C) จะมีอุณหภูมิ 32°F
 - น้ำเดือด (ที่อุณหภูมิ 100°C) จะมีอุณหภูมิ 212°F

การเปลี่ยนหน่วยการวัดอุณหภูมิองศาเซลเซียส เคลวิน และองศาฟาเรนไฮต์ให้ใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$^{\circ}\text{C} = \frac{^{\circ}\text{F} - 32}{1.8}$$

$$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.15$$

$$^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} \times 1.8) + 32$$

หรือเขียนอยู่ในรูปเท่ากันได้สมการดังนี้

$$\frac{^{\circ}\text{C}}{5} = \frac{^{\circ}\text{F} - 32}{9} = \frac{\text{K} - 273.15}{5}$$

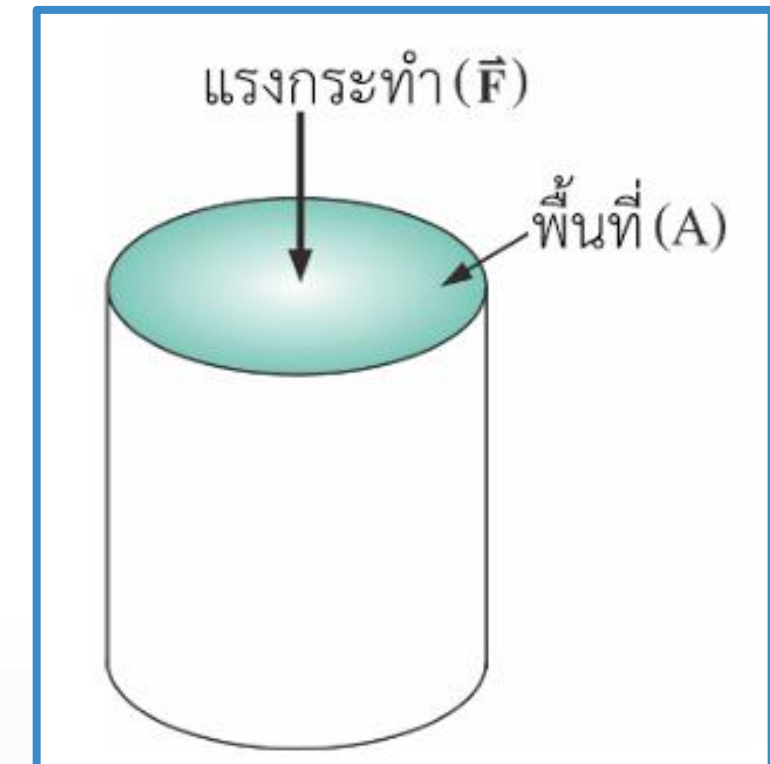
3.2

ความดัน (Pressure, P)

ความดัน เป็นสมบัติหนึ่งของระบบทางเทอร์โมไดนามิกส์ ซึ่งมีค่าเท่ากับแรงในแนวตั้งฉาก ที่กระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ดังรูป

สมการของความดันมีดังนี้

$$P = \frac{F}{A}$$



โดย P คือ ความดันอากาศ มีหน่วยเป็น นิวตันต่อตารางเมตร (N/m²)

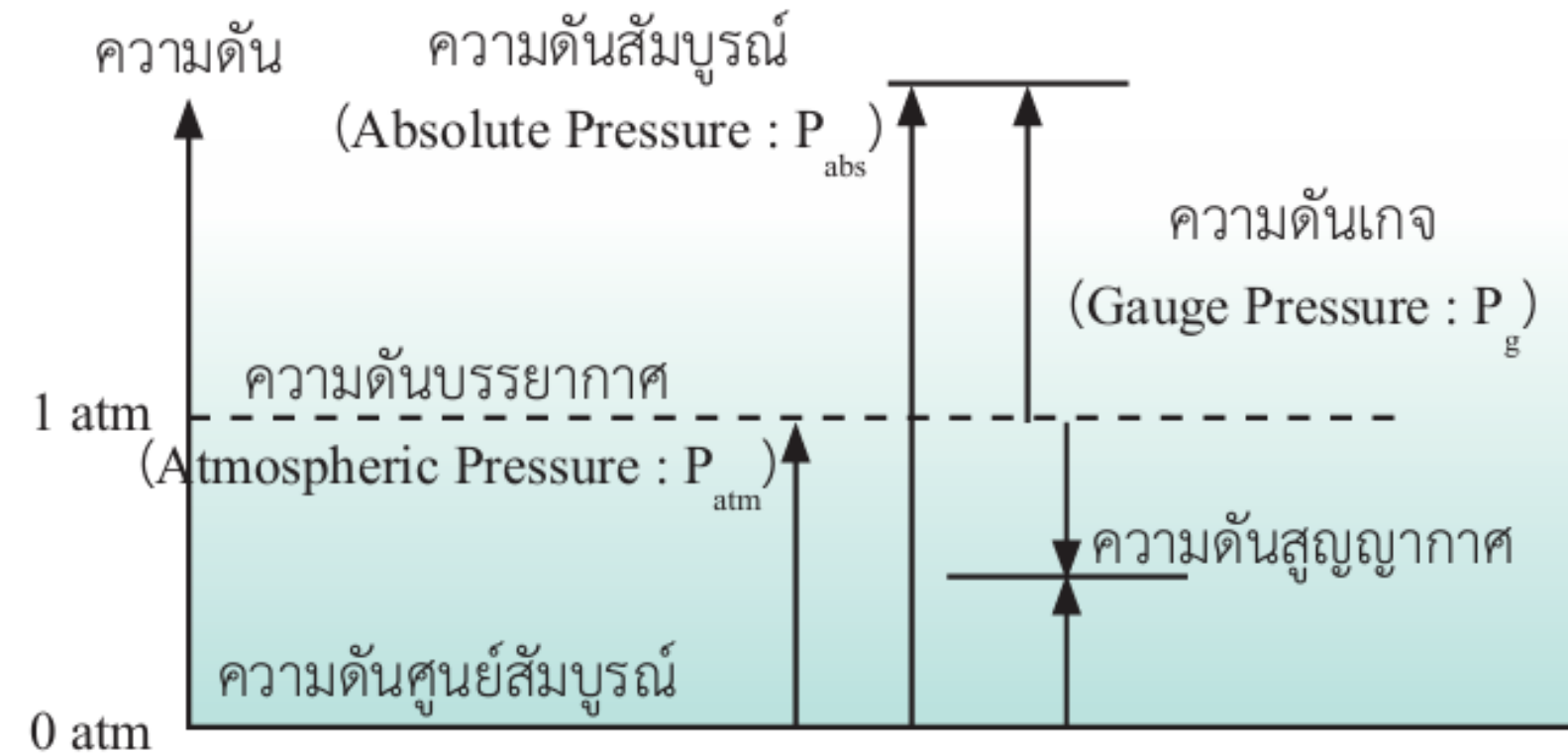
F คือ แรงดันอากาศ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

A คือ พื้นที่ มีหน่วยเป็น ตารางเมตร (m²)

□□□□□□□□



การเรียกและแยกประเภทของความดัน
ในทางวิศวกรรมนิยมแบ่งเป็น 3 ประเภท
คือ ความดันเกจ (Gauge Pressure),
ความดันบรรยากาศ (Atmospheric Pressure)
และความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure)



ปัจจัยที่ทำให้ความดันอากาศแต่ละบริเวณแตกต่างกัน ได้แก่

- 1) ความหนาแน่น : เมื่ออากาศมีโมเลกุลหนาแน่นมาก (เช่น อากาศเย็น) จะทำให้ความดันอากาศสูงขึ้น
- 2) อุณหภูมิ : เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อากาศจะขยายตัวและเบาลง ทำให้น้ำหนักอากาศน้อย ความดันอากาศจึงต่ำลง
- 3) ความสูง : เมื่อสูงขึ้นจากระดับน้ำทะเล ความดันอากาศจะลดลง

□□□□□□□□

3.3 ความร้อนจำเพาะ (Specific Heat)

ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารมวล 1 กรัม อุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 องศา และความร้อนจำเพาะก่อนการเปลี่ยนสภาพมีค่าเท่ากับความร้อนจำเพาะหลังการเปลี่ยนสภาพ หน่วยของความร้อนจำเพาะคือ จูลต่อเคลวิน เมื่อความจุความร้อนของวัสดุมาก จะมีความสามารถในการเก็บความร้อนได้ดี ซึ่งเป็นสมบัติตามธรรมชาติของสารและไม่ได้ขึ้นอยู่กับมวลหรืออุณหภูมิ ดังสมการต่อไปนี้

$$Q = mc (\Delta T)$$

โดย Q คือ ปริมาณความร้อนที่ให้หรือรับแก่วัตถุ มีหน่วยเป็น J หรือ cal ซึ่ง 1 cal ประมาณ 4.18 J

m คือ มวลของสาร มีหน่วยเป็น กิโลกรัม kg หรือ g

c คือ ความจุความร้อนจำเพาะของสาร มีหน่วยเป็น J/kg.K ▶▶▶▶▶

ΔT คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส หรือเคลวิน

สมการนี้ใช้ได้กับของแข็งและของเหลวเท่านั้น ส่วนแก๊สจะใช้สมการต่างจากนี้ มวลของของแข็งมีหน่วยเป็นกิโลกรัม แต่อาจใช้เป็นกรัมได้ สมการนี้ไม่สามารถใช้ได้กับวัตถุที่มีการเปลี่ยนสถานะ เพราะว่าจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในช่วงการเปลี่ยนสถานะ

สาร	ความร้อนจำเพาะ (J/kg·K)
น้ำ	4,186
น้ำแข็ง	2,110
ยางมะตอย	920
อะลูมิเนียม	900
เหล็ก	450
ทองแดง	386
ตะกั่ว	128