

ฟิสิกส์ ม.ปลาย

๖ ๗ ความร้อนและแก๊ส

ผศ.สุชาติ สุภาพ

พิมพ์และจัดจำหน่ายโดย

สุชาติ สุภาพ

133/471 หมู่ 2 (ติดกับ สนง. ที่ดินบางบัวทอง) ต.พิมลราช อ.บางบัวทอง
จ.นนทบุรี 11110

E-mail suchart11111@hotmail.com

พิมพ์ที่ หจก. SPG 1999 ม.เพชรอนันต์ เขตคันนายาว กรุงเทพฯ ๑ 10230

คำนำ

ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ช่วยให้เรามองเห็นโลกในมุมลึกซึ้งยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเรื่องของ ความร้อนและแก๊ส ซึ่งเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเราทุกคน ตั้งแต่การต้มน้ำในหม้อ การขยายตัวของโลหะเมื่อโดนแดด ไปจนถึงพฤติกรรมของอากาศในชั้นบรรยากาศ หรือการทำงานของเครื่องยนต์และตู้เย็น หนังสือเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เข้าใจหลักการพื้นฐานของความร้อนและแก๊สได้อย่างเป็นระบบ เนื้อหาครอบคลุมตั้งแต่พลังงานความร้อน อุณหภูมิจากการถ่ายโอนพลังงาน ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กฎของแก๊ส ไปจนถึงกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ ซึ่งล้วนเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนฟิสิกส์ขั้นสูงและการประยุกต์ใช้ในวิศวกรรม วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยีสมัยใหม่ เราได้นำเสนอเนื้อหาในรูปแบบที่เข้าใจง่าย พร้อมตัวอย่างประกอบ บทฝึกหัด และคำอธิบายที่เชื่อมโยงกับปรากฏการณ์รอบตัว เพื่อให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างสนุก และมองเห็นคุณค่าของฟิสิกส์ในชีวิตจริง หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จะช่วยจุดประกายความเข้าใจและความสนใจในโลกของฟิสิกส์ และเป็นอีกหนึ่งก้าวสำคัญในการสร้างรากฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มั่นคงให้กับนักเรียนทุกคน

ถ้าท่านสนใจหนังสือในรูปแบบ E-BOOK ก็มีจำหน่ายที่เว็บไซต์ ร้านนายอินทร์ , MEB , อุกฤษ , ซีอีเอ็ด , htextures , ศูนย์หนังสือจุฬาฯ และ DDebook

สำหรับท่านที่สนใจหนังสือของกระผมแต่หาซื้อตามร้านหนังสือทั่วไปไม่ได้ สามารถซื้อออนไลน์ที่แอปต่าง ๆ โดยสแกน QR โค้ดข้างล่างนี้ (ที่ช้อปปีมีหนังสือมากที่สุด)



สุชาติ สุภาพ

มือถือ 083-920-3825

สารบัญ

	หน้า
16 ความร้อนและแก๊ส	4
16.1 ความร้อน	4
16.1.1 อุณหภูมิ	8
16.1.2 ความจุความร้อน	18
16.1.3 สถานะและการเปลี่ยนสถานะของสาร	25
16.1.4 การถ่ายโอนความร้อน	58
16.2 แก๊สอุดมคติ	73
16.2.1 กฎของบอยล์	73
16.2.2 กฎของชาร์ล	74
16.2.3 กฎของแก๊ส	75
16.3 ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	75
16.3.1 ความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊ส	75
16.3.2 อัตราเร็วของโมเลกุลของแก๊ส	76
16.4 พลังงานภายในระบบ	80
16.5 สมดุลความร้อน	85
16.6 การประยุกต์	100

%%%%%%%%%

บทที่ 16

ความร้อนและแก๊ส

พลังงานความร้อนและพฤติกรรมของแก๊สเป็นหัวใจสำคัญของฟิสิกส์ในโลกของสิ่งแวดล้อม วิศวกรรม และแม้แต่ในร่างกายนองเรา การทำความเข้าใจว่า พลังงานความร้อน เคลื่อนที่อย่างไร มีผลต่อ สถานะของสาร อย่างไร และทำไม แก๊สถึง "ขยายตัว" หรือ "สร้างแรงดัน" เมื่อได้รับความร้อน บทเรียนนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับ

- ความร้อน และการถ่ายโอนพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ
- พฤติกรรมของแก๊ส ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ผ่านกฎของแก๊ส

การเรียนรู้ทั้งหมดนี้ จะทำให้เข้าใจโลกของพลังงาน ความดัน อุณหภูมิ และพฤติกรรมของสารในระดับอนุภาค ซึ่งเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน เช่น เครื่องยนต์ รถยนต์ ตู้เย็น เครื่องบิน หรือแม้แต่การหายใจของมนุษย์

16.1 ความร้อน

“ทำไมน้ำถึงเดือด? ทำไมเหล็กร้อนถึงขยายตัว? และทำไมมือเราถึงรู้สึกร้อนเมื่อแตะกระดิกน้ำร้อน?” คำถามเหล่านี้เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์พื้นฐานที่เรียกว่า “ความร้อน” ซึ่งเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคภายในวัตถุ ในระดับชั้น ม.6 นี้เราจะศึกษาเรื่อง ความร้อนอย่างเป็นระบบมากขึ้น

ความร้อน เป็นพลังงานรูปแบบหนึ่ง ที่สารหรือวัตถุทุกชนิดจะมีความร้อนสะสมอยู่ ความร้อนจะทำให้อะตอมหรือโมเลกุลของวัตถุสั่นหรือการเคลื่อนที่เร็วขึ้น ในทางกลับกันเมื่อวัตถุสูญเสียความร้อน อะตอมหรือโมเลกุลของวัตถุจะเคลื่อนที่ช้าลง

ปริมาณความร้อน

เนื่องจากความร้อนเป็นพลังงานชนิดหนึ่ง ดังนั้นหน่วยที่ใช้วัดปริมาณความร้อนในระบบ SI ก็คือจูล แต่บางครั้งอาจบอกเป็นหน่วยอื่นได้ เช่น แคลอรี (cal) และบีทียู (Btu)

ปริมาณความร้อน 1 cal คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้ให้น้ำมวล 1 กรัมมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส

ปริมาณความร้อน 1 Kcal คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้ให้น้ำมวล 1 กิโลกรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส

ปริมาณความร้อน 1 Btu คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้ให้น้ำมวล 1 ปอนด์มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาฟาเรนไฮต์

โดยที่ปริมาณความร้อน 1 Btu = 252 cal

ในระบบ SI หน่วยที่ใช้วัดปริมาณความร้อนคือ จูล

$$4.2 \text{ จูล} = \text{ปริมาณความร้อน 1 แคลอรี}$$

ความจุความร้อน (Heat Capacity ; C) หมายถึง ความสามารถในการเก็บความร้อนของสารนั้น ๆ สารชนิดใดมีความจุความร้อนมาก ก็จะสามารถเก็บความร้อนได้มาก น้ำเป็นของเหลวที่มีความจุความร้อนมาก ดังนั้นจึงนิยมใช้น้ำเป็นสารระบายความร้อนให้กับสิ่งต่าง ๆ เช่น ระบายความร้อนให้กับเครื่องยนต์

หรือเมื่อเกิดเพลิงไหม้ ก็จะมีการใช้น้ำฉีดไปที่บริเวณที่เกิดเพลิงไหม้ เพื่อดูดซับความร้อนจากสิ่งที่เกิดเพลิงไหม้ ทำให้อุณหภูมิของสิ่งที่ถูกไหม้ลดลง จนเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าจุดติดไฟทำให้ไฟดับ

สรุป

- 1) พลังงานจลน์ทั้งหมดของอนุภาคที่เคลื่อนที่ของสสารเรียกว่าพลังงานความร้อน
- 2) พลังงานความร้อนของสสารขึ้นอยู่กับความเร็วเฉลี่ยของอนุภาคที่เคลื่อนที่

คำถามระหว่างบทเรียน

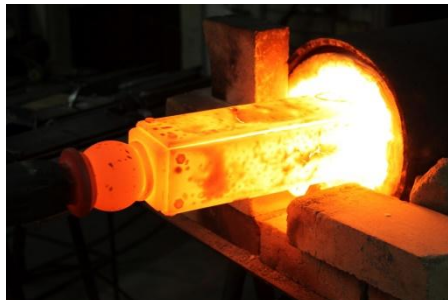
1) ความร้อนคืออะไร

ตอบ ความร้อนคือพลังงานชนิดหนึ่ง

2) เพราะเหตุใดความร้อนจึงเป็นพลังงานชนิดหนึ่ง

ตอบ เพราะว่ามันสามารถทำงานได้

3) เมื่อวัตถุได้รับความร้อนจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร



ตอบ ขยายตัว

4) นำวัตถุที่มีปริมาณความร้อนไม่เท่ากันมาสัมผัสกันจะเกิดการถ่ายโอนความร้อนหรือไม่อย่างไร

ตอบ การถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นหรือไม่ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของอุณหภูมิ
ถ้าอุณหภูมิแตกต่างกันก็มีการถ่ายโอนความร้อน

5) วัตถุต่างชนิดกันมีมวลเท่ากันเมื่อได้รับความร้อนเท่ากัน สารที่มีความจุความร้อนจำเพาะมากกว่าจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างไร เมื่อเทียบกับสารที่มีความจุความร้อนจำเพาะน้อย

ตอบ สารที่มีความจุความร้อนจำเพาะมากกว่าจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นน้อย
เมื่อเทียบกับสารที่มีความจุความร้อนจำเพาะน้อย

6) จุดหลอมเหลวกับจุดเยือกแข็ง ของสารทุกชนิดมีอุณหภูมิเท่ากัน

☒ จริง

☐ เท็จ

7) ปริมาณความร้อนที่สารรับเข้าหรือคายออก เพื่อเปลี่ยนสถานะที่อุณหภูมิเดียวกันย่อมเท่ากัน

☒ จริง

☐ เท็จ

8) เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำจนมีอุณหภูมิสูงขึ้นการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของน้ำจะเป็นอย่างไร

ตอบ เคลื่อนที่ได้ขมึมีพลังงานจลน์มากขึ้น

9) เมื่อจอตกรถไวก์กลางแจ้งในเวลาเที่ยง รถจะดูดกลืนความร้อนจากแสงอาทิตย์ทำให้เกิดผลเช่นใด

ตอบ ร้อน

10) ถ้าเราขึ้นรับแสงอาทิตย์ในเวลาเที่ยง อวัยวะส่วนใดจะร้อนที่สุดเพราะอะไร

ตอบ ผม เพราะว่าผมมีสีด้า และดูดความร้อนได้ดี

11) ปรากฏการณ์ธรรมชาติใด ที่เกิดจากการดูดกลืนและการคายความร้อนของสาร

ตอบ ฝน ลม พายุ

12) เพราะเหตุใด รถยนต์ที่วิ่งบนถนนที่ร้อนจัด ขางอาจจะเปิดได้

ตอบ เพราะว่าอากาศในขางรถยนต์จะขยายตัวมาก

13) วัสดุที่มีลักษณะอย่างไรดูดกลืนพลังงานความร้อนได้ดี

ตอบ สีด้า

14) เพราะเหตุใดกระทะหรือภาชนะหุงต้มจึงเคลือบด้วยสารสีด้า



ตอบ เพราะว่าสีด้าดูดกลืนพลังงานความร้อนได้ดี

15) ในฤดูหนาวควรสวมเสื้อสีอะไรเพื่อให้ร่างกายอบอุ่นขึ้น

ตอบ เสื้อสีด้า

16) ตัวถังรถยนต์ในเมืองหนาวทาด้วยโลหะสีอะไร เพราะอะไร

ตอบ สีด้า เพราะว่าสีด้าดูดกลืนความร้อนได้ดี (คำอธิบายนี้เป็นคำอธิบายในมุมมองด้านวิศวกรรม)

17) หม้อน้ำระบายความร้อนของรถยนต์ทาด้วยโลหะสีด้า เพราะอะไร

ตอบ สีด้า เพราะว่าสีด้าระบายความร้อนออกได้ดีด้วย

18) รถที่ขับด้วยความเร็วสูงผ่าแดดร้อนเมื่อเบรกกะทันหันแล้วเกิดขางระเบิด นักวิจัยจะสันนิษฐานว่าเกิดจากสาเหตุใด

ตอบ ขางมีความร้อนสูง ทำให้ลมขางมีความดันมาก

19) เมื่อชาย/หญิงสองคนนี้อยู่กลางแสงแดด เสื้อกับกางเกงหรือกระโปรงดูดกลืนรังสีความร้อนได้เท่ากันหรือไม่ เพราะอะไร



ตอบ ไม่เท่ากัน เพราะว่าเชื้อสีขาวดูดซับความร้อนไม่ได้
ส่วนกระป๋องหรือภาชนะสีดำนั้จะดูดซับความร้อนได้ดี

20) เพราะเหตุใดพื้นของเซลล์แสงอาทิตย์จึงเป็นสีดำหรือสีน้ำเงิน



ตอบ เพราะว่าสีดำนั้จะดูดซับแสงได้ดี

21) แท่งโลหะ A และ โลหะ B มีเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวเท่ากัน เมื่อได้รับความร้อนเท่ากันจะยังมีขนาดเท่ากันอยู่เหมือนเดิมหรือไม่เพราะอะไร

ตอบ ไม่ เพราะว่า แท่งโลหะทั้งสองจะขยายตัวได้ไม่เท่ากัน

22) ยานอวกาศและชุดนักบินอวกาศเป็นสีขาว ด้วยเหตุผลใด



ตอบ เพราะว่าสีขาวจะดูดซับแสงและรังสีได้ไม่ดี

23) เมื่อเราหมุนแก๊สข้วที่ฝาขวดแก้วไม่ออก จะทำอย่างไรดีจึงจะเปิดออกได้



ตอบ ใช้ผ้าชุบน้ำอุ่นคลุมฝาโลหะ ทั้งไว้สักครู่ แล้วลองเปิดใหม่
ก็จะเปิดได้ เนื่องจากโลหะเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว

24) วัตถุที่ดูดกลืนความร้อนได้ดีมีลักษณะอย่างไร

ตอบ สีดำด้าน (ไม่เป็นเงามัน)

16.1.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิ หมายถึงค่าเฉลี่ยของพลังงานจลน์ซึ่งเกิดขึ้นจากแต่ละอะตอมหรือแต่ละโมเลกุลของสสาร เมื่อเราใส่พลังงานความร้อนให้กับสสาร อะตอมของสสารก็จะเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้สสารมีอุณหภูมิสูงขึ้น แต่เมื่อเราลดพลังงานความร้อนของสสารลง อะตอมของสสารจะเคลื่อนที่ช้าลง ทำให้อุณหภูมิลดต่ำลง

อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดที่เป็นไปได้

อุณหภูมิต่ำสุดที่เป็นไปได้คือ 0 เคลวิน และอุณหภูมิสูงสุดที่เป็นไปได้คือ 1.42×10^{32} เคลวิน

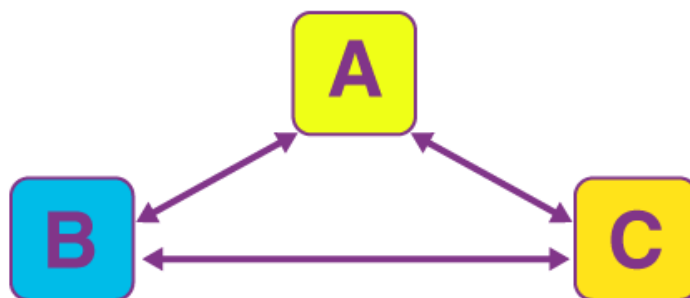


รูป 16.1 อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดที่เป็นไปได้

กฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์ (The zeroth law of thermodynamics)

กฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์ กล่าวว่า

“ ถ้าระบบ A อยู่ในสภาวะสมดุลทางความร้อนกับระบบ B และระบบ B อยู่ในสภาวะสมดุลทางความร้อนกับระบบ C แล้ว ระบบ A B และ C จะอยู่ในสภาวะสมดุลทางความร้อนซึ่งกันและกัน ”

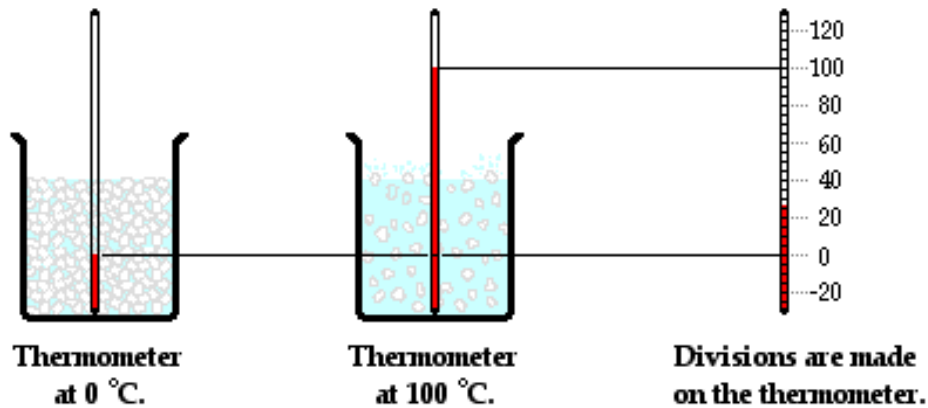


รูป 16.2 ระบบทั้งสามอยู่ในสมดุลความร้อนซึ่งกันและกัน

ในการสร้างสเกลของเทอร์โมมิเตอร์ จะต้องกำหนดจุดหลักไว้ 2 จุด คือ

1) **จุดเยือกแข็ง** คือจุดที่น้ำเยือกแข็งกลายเป็นน้ำแข็ง หรือจุดที่น้ำแข็งหลอมละลายกลายเป็นน้ำ ทั้งสองจุดนี้มีอุณหภูมิเท่ากันคือ 0 องศาเซลเซียส

2) **จุดเดือด** คือจุดที่น้ำกำลังเดือดกลายเป็นไอ หรือจุดที่ไอน้ำกำลังควบแน่นกลายเป็นน้ำ ทั้งสองจุดนี้มีอุณหภูมิเท่ากันคือ 100 องศาเซลเซียส



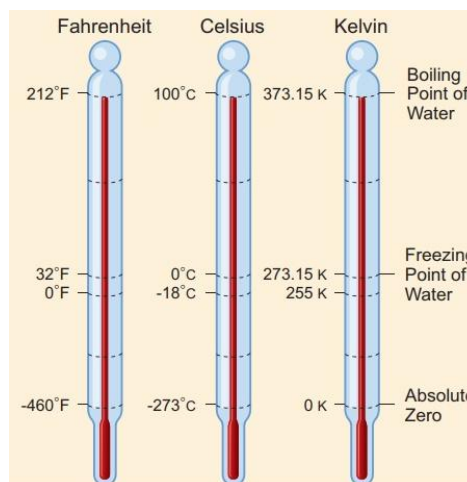
รูป 16.3 ในการสร้างสเกลของเทอร์โมมิเตอร์ จะกำหนดจุดหลักไว้ 2 จุด คือจุดเยือกแข็งและจุดเดือด ของน้ำ

นักวิทยาศาสตร์ที่คิดวิธีการแบ่งสเกลออกเป็น 100 ช่อง ช่องละ 1 องศา คือแอนดอร์ เซลเซียส ชาวสวีเดน

หน่วยวัดอุณหภูมิ

ในปัจจุบันยังมีการใช้หน่วยของอุณหภูมิหลายหน่วยด้วยกัน แล้วแต่ความนิยมของแต่ละประเทศ เช่น เซลเซียส (°C) ไรเมอร์ (°R) ฟาเรนไฮต์ (°F) และเคลวิน (K) โดยอุณหภูมิในหน่วยต่างๆ มีความสัมพันธ์กัน ดังนี้

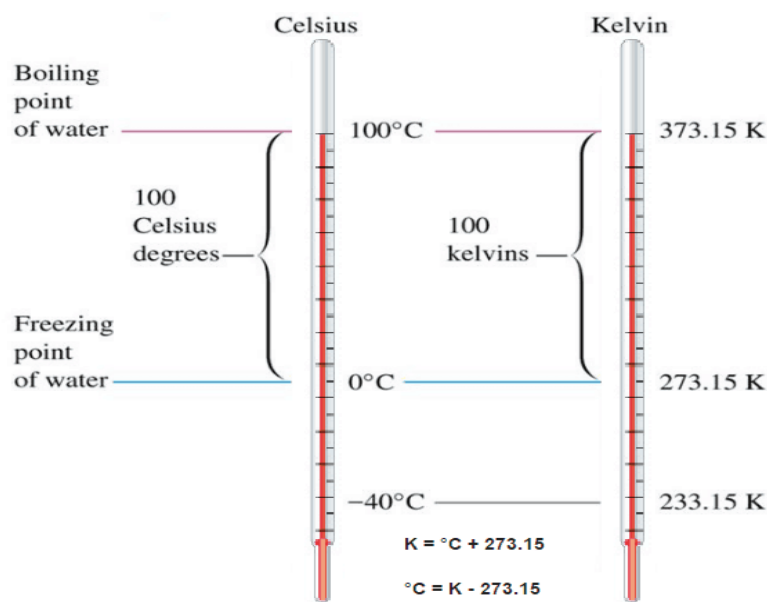
$$\frac{C-0}{100} = \frac{F-32}{180} = \frac{K-273}{100}$$



รูป 16.4 เปรียบเทียบอุณหภูมิในระบบต่างๆ

ตาราง 16-1 จุดเยือกแข็งและจุดเดือดของน้ำ ในหน่วยอุณหภูมิแบบต่าง ๆ

หน่วยวัดอุณหภูมิ	ภาษาอังกฤษ	จุดเยือกแข็งของน้ำ	จุดเดือดของน้ำ
เซลเซียส	Celsius ($^{\circ}\text{C}$)	0	100
ฟาห์เรนไฮต์	Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$)	32	212
เคลวิน	Kelvin (K)	273.15	373.15



รูป 16.5 เปรียบเทียบอุณหภูมิเซลเซียสกับเคลวิน

ข้อสังเกต

สเกลของเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิแบบองศาเซลเซียสและเคลวิน จะมีขนาดเท่ากัน

การแปลงหน่วยเคลวินและเซลเซียส มีสูตรในการแปลง ดังนี้

$$C = K - 273 \text{ หรือ } K = C + 273.15$$