

บทที่ 3 พลังงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. แสดงความแตกต่างของพลังงานรูปต่าง ๆ โดยเฉพาะพลังงานกล และพลังงานความร้อนได้
2. ระบุที่มาของพลังงานรูปใด ๆ และกระบวนการเปลี่ยนแปลงรูปพลังงานนั้น ๆ ได้
3. นำหน่วยสำหรับเทียบหาพลังงานรูปใดรูปหนึ่งจากพลังงานรูปอื่น ๆ มาใช้ได้ถูกต้อง
4. อธิบายความสัมพันธ์ของพลังงานภายในกับพลังงานรูปอื่น ๆ ของระบบ เช่น พลังงานความร้อนและพลังงานกลได้
5. แสดงวิธีหาพลังงานรูปต่าง ๆ และปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปตามกระบวนการใด ๆ ได้

เค้าโครงเรื่อง

1. ความหมายของพลังงานและงาน
 - 1.1 พลังงานและงานทางกลศาสตร์
 - 1.2 เครื่องหมายสำหรับงานทางอุณหพลศาสตร์
 - 1.3 หน่วยของพลังงาน
 - 1.4 พลังงานภายใน
2. ความหมายของความร้อน
 - 2.1 ความร้อนในทางอุณหพลศาสตร์
 - 2.2 ความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะ
 - 2.3 ความร้อนของการเปลี่ยนสถานะ-เอนทัลปี
3. งานในรูปแบบต่าง ๆ
 - 3.1 งานไอโซแบริก
 - 3.2 งานไอโซเทอร์มัล

- 3.3 งานแอเตียแบติก
- 3.4 งานเนื่องจากแรงตึงและแรงตึงผิว
- 3.5 งานไฟฟ้าและงานแม่เหล็ก
- 3.6 ข้อเปรียบเทียบระหว่างความร้อนและงาน

ความหมายของพลังงานและงาน

คำอธิบายศัพท์/สำนวน

1. พลังงาน คือ ผลจากแรงกระทำแบบใดแบบหนึ่งดังเช่น พลังงานกลซึ่งเกิดจากแรงกระทำให้เกิดการเคลื่อนที่ โดยทำให้ปริมาตรของไหลเพิ่มขึ้นหรือลดลง เป็นต้น และพลังงานความร้อน ซึ่งเกิดจากการถ่ายเทความร้อนเมื่ออุณหภูมิต่างกัน ทั้งนี้ พลังงานมีรูปต่าง ๆ กันหลายรูปแบบ

2. งาน คือ ผลจากแรงกระทำต่อวัตถุซึ่งมีค่าเท่ากับพลังงานจลน์หรือพลังงานศักย์หรือผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ที่เปลี่ยนไปทั้งหมด แต่งานที่เกิดจากการอัดหรือการขยายตัวของก๊าซไม่เกี่ยวข้องกับพลังงานจลน์หรือพลังงานศักย์ เนื่องจากก๊าซทั้งระบบไม่ได้เปลี่ยนแปลงระดับความสูงจากพื้นโลกจึงเป็นงานเชิงกล และอาจใช้พลังงานหรืองานได้ตามความเหมาะสม

3. พลังงานภายใน คือ คุณสมบัติของระบบทางอุณหพลศาสตร์ซึ่งเป็นฟังก์ชันของสภาวะที่ไม่ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงระหว่างสภาวะ จึงเท่ากับงานเอนทัลปีแบริกระหว่างสภาวะคู่กันที่มีพลังงานจลน์และพลังงานศักย์เหมือนกัน เนื่องจากงานเอนทัลปีแบริกจะเท่ากันหมดทุกกระบวนการที่ดำเนินไประหว่างสภาวะคู่กัน

สรุปประเด็นสำคัญ

แม้ว่างานทางกลศาสตร์จะสัมพันธ์กับพลังงานจลน์และศักย์ แต่โดยทั่วไปงานไม่สัมพันธ์กับพลังงานทั้งสองรูป โดยเฉพาะงานทางอุณหพลศาสตร์ เช่น งานจากการเปลี่ยนแปลงปริมาตรเมื่อระบบขยายตัวจะเกิดงานกระทำโดยระบบเป็นบวก แต่ในทางตรงข้ามเมื่อระบบถูกอัดจะมีงานกระทำกับระบบเป็นลบ และอาจใช้หน่วยของพลังงานใด ๆ กับพลังงานรูปหนึ่ง ๆ ได้ เนื่องจากสามารถเทียบหน่วยของพลังงานต่าง ๆ ได้ เช่น ค่าสมมูลเชิงกลของความร้อนคือ 1 แคลอรี = 4.1858 จูล ซึ่งเรียกว่า สมมูลของจูล โดยจูลอาศัย “พลังงานภายใน” ของระบบ ซึ่งเป็นคุณสมบัติของระบบทางอุณหพลศาสตร์สำหรับเทียบวัดค่าดังกล่าว

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

1. ทบทวนเนื้อหาหัวข้อที่ 1 จากตำราเรียนด้วยตนเองแบบโปรแกรม สำหรับกระบวนการวิชานี้ (รหัสการพิมพ์ 29241) หน้า 115-122

2. เปรียบเทียบค่าของหน่วยแคลอรีตามความตกลงของคณะกรรมการนาชาติ

(IT calorie) กับค่าสมมูลเชิงกลของความร้อนของจุล

3. แสดงเหตุผลที่สนับสนุนอย่างชัดเจนว่าความร้อนไม่ใช่สสาร และอธิบายความสัมพันธ์ของพลังงานภายในเมื่อมีการเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานความร้อน

(หน้า 122-133)

ความหมายของความร้อน

คำอธิบายศัพท์/ส่วนวน

1. ความจุความร้อน คือ ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้า-ออกระบบต่ออุณหภูมิที่เปลี่ยนไป จึงอาจมีค่าเป็นบวกหรือลบ และไม่จำกัด ($-\infty$ ถึง $+\infty$) ตามคุณสมบัติของระบบและชนิดของกระบวนการ ซึ่งหาค่าภายใต้ความดันหรือปริมาตรคงที่

2. ความร้อนจำเพาะ คือ ความจุความร้อนต่อมวลหรือต่อโมลของสารที่ความดันคงที่ หรือที่ปริมาตรคงที่ เช่น น้ำมีความร้อนจำเพาะเป็น $1.000 \text{ แคลอรี}\cdot\text{กรัม}^{-1}\cdot\text{องศา}^{-1}$ ที่อุณหภูมิ $14.5\text{-}15.5^\circ\text{C}$ ภายใต้ความดัน 1 บรรยากาศ (คงที่)

3. ความร้อนของการเปลี่ยนแปลงสถานะ คือ ความร้อนที่ถ่ายเทในขณะที่สารเปลี่ยนสถานะ ซึ่งมีอุณหภูมิและความดันคงที่ ทำให้มีงานเกิดขึ้นเนื่องจากปริมาตรเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลง จึงอาจเป็นงานที่กระทำโดยระบบหรือให้กับระบบ

4. เอนทัลปี คือ ค่าทางอุณหพลศาสตร์ซึ่งกำหนดให้เท่ากับผลรวมของพลังงานภายในกับผลคูณของความดันและปริมาตร ดังนี้ เอนทัลปี $h = u + Pv$ โดยความร้อนของการเปลี่ยนแปลงสถานะใด ๆ จะเท่ากับผลต่างของเอนทัลปีของระบบในสถานะที่ต่างกัน แต่เนื่องจากการเปลี่ยนสถานะเกิดขึ้นภายใต้ความดันคงที่ ดังนั้น ความร้อนที่ถ่ายเทในกระบวนการไอโซแบริกจะเท่ากับการเปลี่ยนแปลงของเอนทัลปี

สรุปประเด็นสำคัญ

ในทางอุณหพลศาสตร์จะคำนึงถึงความร้อน เมื่อมีการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากอุณหภูมิต่างกันระหว่างระบบ หรือระบบกับสิ่งแวดล้อม โดยปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทต่ออุณหภูมิที่เปลี่ยนไปของระบบคือความจุความร้อนของระบบนั้น ซึ่งถ้าหากหาค่าความจุความร้อนต่อมวลหรือต่อโมลของระบบคือความร้อนจำเพาะ สำหรับความร้อนที่ถ่ายเทในขณะที่เปลี่ยนสถานะ ซึ่งเรียกว่าความร้อนของการเปลี่ยนแปลงสถานะจะเท่ากับผลต่างของเอนทัลปีของระบบในสถานะที่ต่างกันนั้น

กิจกรรมการเรียนรู้ 2

1. ทบทวนเนื้อหาหัวข้อที่ 2 จากตำราเรียนด้วยตนเองแบบโปรแกรม สำหรับ กระบวนวิชาที่ (รหัสการพิมพ์ 29241) หน้า 122-133 และดูประกอบแผ่นภาพโป่งใส แผ่นที่ 16-17 (ท้ายเล่มนี้)
2. เปรียบเทียบค่าความร้อนจำเพาะของทองแดงที่อุณหภูมิต่าง ๆ ภายใต้ปริมาตรคงที่และความดันคงที่ จากกราฟในหน้า 128 ในตำราเรียนรหัสการพิมพ์ 29241
3. สังเกตค่าความร้อนของการกลายเป็นไอสำหรับน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ ในกราฟ หน้า 131 ในตำราเรียนรหัสการพิมพ์ 29241 ว่าเมื่อน้ำเดือดที่อุณหภูมิสูงจะต้องใช้ความร้อนมาก หรือน้อยกว่าที่อุณหภูมิต่ำ

(หน้า 134-147)

งานในรูปแบบต่าง ๆ

คำอธิบายศัพท์/สำนวน

1. งานไอโซแบริก คือ งานที่กระทำโดยหรือให้กับระบบของไหลในขณะที่มีความดันคงที่ ซึ่งตามคำจำกัดความของงานทางกลศาสตร์สำหรับของไหลคือ $W = PdV$ ดังนั้น งานไอโซแบริกจึงเป็นผลคูณของความดันกับปริมาตรที่เปลี่ยนไป

2. งานไอโซเทอร์มัล คือ งานที่กระทำโดยหรือให้กับระบบของไหลในขณะที่มีอุณหภูมิคงที่ เช่น สำหรับระบบก๊าซอุดมคติ ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างความดันและปริมาตรที่อุณหภูมิคงที่ คือ $P = \text{ค่าคงที่}/V$ ดังนั้น งานไอโซเทอร์มัลสำหรับระบบก๊าซอุดมคติ คือ $W = (\text{ค่าคงที่})$

$$\int_n^i dV/V = (\text{ค่าคงที่}) \ln(V_2/V_1) \text{ เมื่อค่าคงที่คือ } nRT \text{ หรือ } P_n V_n \text{ หรือ } P_1 V_1$$

3. งานแอดิแบติก คือ งานที่กระทำโดยหรือให้กับระบบของไหลในขณะที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อน ซึ่งสำหรับระบบก๊าซอุดมคติมีความสัมพันธ์ระหว่างความดันและปริมาตรตามกระบวนการแอดิแบติก คือ $PV^n = \text{คงที่}$ ดังนั้น งานแอดิแบติกสำหรับก๊าซอุดมคติ คือ

$$W = (\text{ค่าคงที่}) \int_n^i dV/V^n = (P_1 V_1 - P_2 V_2)/(1-n) \text{ เมื่อค่าคงที่คือ } P_n V_n^n \text{ หรือ } P_1 V_1^n$$

สรุปประเด็นสำคัญ

นอกจากพลังงานความร้อนและพลังงานกลซึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของระบบทางอุณหพลศาสตร์ เช่น กระบวนการไอโซแบริก (ความดันคงที่) กระบวนการไอโซเทอร์มัล

กระบวนการวิจัย (รหัสดูการพิมพ์ 29241) หน้า 134-147 หรือฟังคำบรรยายสรุปจากแถบ
คำบรรยายสรุปครั้งที่ 3 (ดูบันทึกท้ายเล่ม)

2. แสดงความสัมพันธ์สำหรับงานในรูปแบบต่าง ๆ โดยเฉพาะสำหรับระบบ
คำขุดมคติผ่านกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งทำให้ระบบมีค่าทางอุณหพลศาสตร์ค่าใดค่าหนึ่ง
คงที่

3. เปรียบเทียบการกำหนดเครื่องหมาย (บวก, ลบ) ของปริมาณความร้อนและงาน
ว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

การประเมินผลท้ายบทที่ 3

1. จงระบุว่าข้อความต่อไปนี้ถูกหรือผิด อย่างไร

(ดูคำถามใน ทดสอบ 3 กรอบที่ 3-66 ถึง 3-70 ในหน้า 151-156 ในตำราการพิมพ์
การพิมพ์ 29241)

2. จงทำแบบฝึกหัด 3 ในกรอบที่ 3-71 ถึง 3-85 ในหน้า 157-165 ในตำราการพิมพ์
29241