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 งานแอเดียแบติก

3.4 งานเนื่องจากแรงดึงและแรงตึงผิว

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 แต่งานที่เกิดจากการอัดหรือการขยายตัวของก๊าซ**ไม่**เกี่ยวข้องกับพลังงานจลน์หรือพลังงานศักย์ เนื่องจากก๊าซทั้งระบบไม่ได้เปลี่ยนแปลงระดับความสูงจากพื้นโลกจึงเป็นงานเชิงกล และอาจใช้พลังงานหรืองานได้ตามความเหมาะสม

3. พลังงานภายใน คือ คุณสมบัติของระบบทางอุณหพลศาสตร์ซึ่งเป็นฟังก์ชันของสภาวะที่**ไม่**ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงระหว่างสภาวะ จึงเท่ากับงานแอเดียแบติกระหว่างสภาวะคู่นั้นที่มีพลังงานจลน์และพลังงานศักย์เหมือนกัน เนื่องจากงานแอเดียแบติกจะเท่ากันหมดทุกกระบวนการที่ดำเนินไประหว่างสภาวะคู่นั้น

สรุปประเด็นสำคัญ

แม้ว่างานทางกลศาสตร์จะสัมพันธ์กับพลังงานจลน์และศักย์ แต่โดยทั่วไปงาน**ไม่**สัมพันธ์กับพลังงานทั้งสองรูป โดยเฉพาะงานทางอุณหพลศาสตร์ เช่น งานจากการเปลี่ยนแปลงปริมาตร เมื่อระบบขยายตัวจะเกิดงานกระทำ**โดย**ระบบเป็น**บวก** แต่ในทางตรงข้ามเมื่อระบบถูกอัดจะมีงานกระทำ**ให้**กับระบบเป็น**ลบ** และอาจใช้หน่วยของพลังงานใด ๆ กับพลังงานรูปหนึ่ง ๆ ได้ เนื่องจากสามารถเทียบหน่วยของพลังงานต่าง ๆ ได้ เช่น ค่าสมมูลเชิงกลของความร้อนคือ 1 แคลอรี = 4.1858 จูล ซึ่งเรียกว่า สมมูลของจูล โดยจูลอาศัย "พลังงานภายใน" ของระบบซึ่งเป็นคุณสมบัติของระบบทางอุณหพลศาสตร์สำหรับเทียบวัดค่าดังกล่าว

กิจกรรมการเรียนที่ 1

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

2. เปรียบเทียบค่าของหน่วยแคลอรีตามความตกลงของคณะกรรมาธิการนานาชาติ

(IT calorie) กับค่าสมมูลเชิงกลของความร้อนของจูล

3. แสดงเหตุผลที่สนับสนุนอย่างชัดเจนว่าความร้อนไม่ใช่สสาร และอธิบายความสัมพันธ์ของพลังงานภายในเมื่อมีการเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานความร้อน

(หน้า 122-133)

ความหมายของความร้อน

คำอธิบายศัพท์/สำนวน

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

2. ความร้อนจำเพาะ คือ ความจุความร้อนต่อมวลหรือต่อโมลของสารที่ความดันคงที่หรือที่ปริมาตรคงที่ เช่น น้ำมีความร้อนจำเพาะเป็น 1.000 แคลอรี.กรัม$^{-1}$.องศา$^{-1}$ ที่อุณหภูมิ 14.5-15.5°C ภายใต้ความดัน 1 บรรยากาศ (คงที่)

3. ความร้อนของการเปลี่ยนแปลงสถานะ คือ ความร้อนที่ถ่ายเทในขณะที่สารเปลี่ยนสถานะ ซึ่งมีอุณหภูมิและความดันคงที่ ทำให้มีงานเกิดขึ้นเนื่องจากปริมาตรเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลง จึงอาจเป็นงานที่กระทำโดยระบบหรือให้กับระบบ

4. เอนทัลปี คือ ค่าทางอุณหพลศาสตร์ซึ่งกำหนดให้เท่ากับผลรวมของพลังงานภายในกับผลคูณของความดันและปริมาตร ดังนี้ เอนทัลปี $h = u + Pv$ โดยความร้อนของการเปลี่ยนสถานะใด ๆ จะ**เท่ากับ**ผลต่างของเอนทัลปีของระบบในสถานะที่ต่างกัน แต่เนื่องจากการเปลี่ยนสถานะเกิดขึ้นภายใต้ความดันคงที่ ดังนั้น ความร้อนที่ถ่ายเทในกระบวนการไอโซแบริกจะเท่ากับการเปลี่ยนแปลงของเอนทัลปี

สรุปประเด็นสำคัญ

ในทางอุณหพลศาสตร์จะคำนึงถึงความร้อน เมื่อมีการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากอุณหภูมิต่างกันระหว่างระบบ หรือระบบกับสิ่งแวดล้อม โดยปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทต่ออุณหภูมิที่เปลี่ยนไปของระบบคือความจุความร้อนของระบบนั้น ซึ่งถ้าหากหาค่าความจุความร้อนต่อมวลหรือต่อโมลของระบบคือความร้อนจำเพาะ สำหรับความร้อนที่ถ่ายเทในขณะเปลี่ยนสถานะ ซึ่งเรียกว่าความร้อนของการเปลี่ยนสถานะจะเท่ากับผลต่างของเอนทัลปีของระบบในสถานะที่ต่างกันนั้น

กิจกรรมการเรียนที่ 2

1. ทบทวนเนื้อหาหัวข้อที่ 2 จากตำราเรียนด้วยตนเองแบบโปรแกรม สำหรับกระบวนวิชานี้ (รหัสการพิมพ์ 29241) หน้า 122-133 และดูประกอบแผ่นภาพโปร่งใส แผ่นที่ 16-17 (ท้ายเล่มนี้)

2. เปรียบเทียบค่าความร้อนจำเพาะของทองแดงที่อุณหภูมิต่าง ๆ ภายใต้ปริมาตรคงที่และความดันคงที่ จากกราฟในหน้า 128 ในตำราราหัสการพิมพ์ 29241

3. สังเกตค่าความร้อนของการกลายเป็นไอสำหรับน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ ในกราฟหน้า 131 ในตำราราหัสการพิมพ์ 29241 ว่าเมื่อน้ำเดือดที่อุณหภูมิสูงจะต้องใช้ความร้อนมากหรือน้อยกว่าที่อุณหภูมิต่ำ

(หน้า 134-147)

งานในรูปแบบต่าง ๆ

คำอธิบายศัพท์/สำนวน

1. งานไอโซแบริก คือ งานที่กระทำโดยหรือให้กับระบบของไหลในขณะที่ความดันคงที่ ซึ่งตามคำจำกัดความของงานทางกลศาสตร์สำหรับของไหลคือ $W = PdV$ ดังนั้น งานไอโซ-แบริกจึงเป็นผลคูณของความดันกับปริมาตรที่เปลี่ยนไป

2. งานไอโซเทอร์มัล คือ งานที่กระทำโดยหรือให้กับระบบของไหลในขณะที่อุณหภูมิคงที่ เช่น สำหรับระบบก๊าซอุดมคติ ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างความดันและปริมาตรที่อุณหภูมิคงที่คือ P = ค่าคงที่/V ดังนั้น งานไอโซเทอร์มัลสำหรับระบบก๊าซอุดมคติ คือ W = (ค่าคงที่) $\int_{ก}^{ข} dV/V$ = (ค่าคงที่) $\ln(V_ข/V_ข)$ เมื่อค่าคงที่คือ nRT หรือ $P_ก V_ก$ หรือ $P_ข V_ข$

3. งานแอเดียแบติก คือ งานที่กระทำโดยหรือให้กับระบบของไหลในขณะที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อน ซึ่งสำหรับระบบก๊าซอุดมคติมีความสัมพันธ์ระหว่างความดันและปริมาตรตามกระบวนแอเดียแบติก คือ PV^n = คงที่ ดังนั้น งานแอเดียแบติกสำหรับก๊าซอุดมคติ คือ W = (ค่าคงที่) $\int_{ก}^{ข} dV/V^n = (P_ข V_ข - P_ก V_ก)/(1-n)$ เมื่อค่าคงที่คือ $P_ก V_ก^n$ หรือ $P_ข V_ข^n$

สรุปประเด็นสำคัญ

นอกจากพลังงานความร้อนและพลังงานกลซึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของระบบทางอุณหพลศาสตร์ เช่น กระบวนการไอโซแบริก (ความดันคงที่) กระบวนการไอโซเทอร์มัล

(อุณหภูมิคงที่) กระบวนการแอเดียแบติก (ความร้อนไม่ถ่ายเท) ทำให้เกิดงานขึ้นในกระบวนการดังกล่าว จึงเรียกงานกระทำโดยระบบหรือให้กับระบบในแต่ละกระบวนการตามประเภทของกระบวนการนั้นแล้ว ยังมีพลังงานในรูปอื่น ๆ อีก เช่น พลังงานไฟฟ้าและแม่เหล็กซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบทางอุณหพลศาสตร์ เช่น การลดอุณหภูมิของสารโดยทำให้สภาวะแม่เหล็กของสารเปลี่ยน

กิจกรรมการเรียนที่ 3

1. ทบทวนเนื้อหาหัวข้อที่ 3 จากตำราเรียนด้วยตนเองแบบโปรแกรมสำหรับกระบวนวิชานี้ (รหัสการพิมพ์ 29241) หน้า 134-147 หรือฟังคำบรรยายสรุปจากแถบคำบรรยายสรุปครั้งที่ 3 (ดูบันทึกท้ายเล่ม)

2. แสดงความสัมพันธ์สำหรับงานในรูปแบบต่าง ๆ โดยเฉพาะสำหรับระบบที่ชุดมดติที่ผ่านกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งทำให้ระบบมีค่าทางอุณหพลศาสตร์ค่าใดค่าหนึ่งคงที่

3. เปรียบเทียบการกำหนดเครื่องหมาย (บวก, ลบ) ของปริมาณความร้อนและงานว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

การประเมินผลท้ายบทที่ 3

1. จงระบุว่าข้อความต่อไปนี้ถูกหรือผิด อย่างไร

(ดูคำถามใน **ทดสอบ 3** กรอบที่ 3-66 ถึง 3-70 ในหน้า 151-156 ในตำรารหัสการพิมพ์ 29241)

2. จงทำ**แบบฝึกหัด 3** ในกรอบที่ 3-71 ถึง 3-85 ในหน้า 157-165 ในตำรารหัสการพิมพ์ 29241