

สัปดาห์ที่ 6
แผนบทเรียน
เรื่อง
กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆในระบบปิด

**แผนการจัดการเรียนรู้ แบบมุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ
และบูรณาการตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง**

/ ผล 5 มิติ / นโยบาย 3 D และ 11 ดี 11 เก่ง

รหัสวิชา 3101-2002

วิชา งานสันดาปภายใน

หน่วยที่ 5

ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆในระบบปิด

ชื่อเรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆในระบบปิด จำนวน 3 ชั่วโมง

1. สาระสำคัญ

1. กระบวนการอุณหภูมิกองที่ ก๊าซมีความดันสูงบรรจุในกระบอกสูบ เมื่อลูกสูบเลื่อนออกก๊าซจะมีความดันต่ำลงขณะเดียวกันอุณหภูมิก็น่าลดลงด้วย ถ้าจะรักษาอุณหภูมิกองที่ จะต้องให้ความร้อนกับก๊าซอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่อง เพื่อรักษาอุณหภูมิกองที่เท่ากับจุดเริ่มต้น

2. กระบวนการอะเดียบาติก เป็นกระบวนการที่ไม่มีถ่ายเทความร้อนเข้าออกจากระบบ ซึ่งจะมีผลวนหุ้มเอาไว้เป็นอย่างดี การเปลี่ยนแปลงกระบวนการแบบนี้จะเป็นไปตามสมการ $PV^\gamma = \text{คงที่}$

2. สมรรถนะประจำหน่วยการเรียนรู้

- 1.สามารถอธิบายความหมายของกระบวนการอุณหภูมิกองที่ได้้อย่างถูกต้อง
- 2.สามารถอธิบายความหมายของกระบวนการอะเดียบาติกได้อย่างถูกต้อง
- 3.สามารถคำนวณหาความร้อนที่ถ่ายเทได้อย่างถูกต้อง
- 4.สามารถคำนวณหางานได้อย่างถูกต้อง
- 5.สามารถคำนวณหาอุณหภูมิกองสุดท้ายได้อย่างถูกต้อง
- 6.มีความรับผิดชอบ ตามงานที่มอบหมาย (บูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง)

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

- 1.นักศึกษาสามารถอธิบายความหมายของกระบวนการอุณหภูมิกองที่ได้้อย่างถูกต้อง
- 2.นักศึกษาสามารถอธิบายความหมายของกระบวนการอะเดียบาติกได้อย่างถูกต้อง
- 3.นักศึกษาสามารถคำนวณหาความร้อนที่ถ่ายเทได้อย่างถูกต้อง
- 4.นักศึกษาสามารถคำนวณหางานได้อย่างถูกต้อง
- 5.นักศึกษาสามารถคำนวณหาอุณหภูมิกองสุดท้ายได้อย่างถูกต้อง
- 6.นักศึกษามีความรับผิดชอบ ตามงานที่มอบหมาย (บูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง)

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักศึกษาสามารถคำนวณหาความร้อนที่ถ่ายเทได้อย่างถูกต้อง
2. นักศึกษาสามารถคำนวณหางานได้อย่างถูกต้อง
3. นักศึกษาสามารถคำนวณหาอุณหภูมิสุดท้ายได้อย่างถูกต้อง
4. นักศึกษามีความรับผิดชอบ ตามงานที่มอบหมาย (บูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง)

4. หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระการสอน/การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้

- กระบวนการอุณหภูมิกังที่
- กระบวนการอะเดียบาติก

4.2 ด้านทักษะหรือปฏิบัติ

- การคำนวณหาค่าปริมาณความร้อน
- การคำนวณหางาน
- การคำนวณหาค่าอุณหภูมิสุดท้าย

4.3 ด้านคุณธรรม/จริยธรรม/จรรยาบรรณ/บูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

- ความมีวินัย : การแต่งกาย , การตรงต่อเวลา
- ความรับผิดชอบ : ทำงานเสร็จทันตามเวลาที่ กำหนด
- ความสนใจใฝ่รู้ : มีความสนใจในการหาความรู้เพิ่มเติม , การกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้
- ความมีมนุษยสัมพันธ์ : ยอมรับความคิดเห็นผู้อื่น
- ความอดทน อดกลั้น : มีสติควบคุมอารมณ์ได้ดี
- ความซื่อสัตย์สุจริต : ไม่นำผลงานผู้อื่นมาแอบอ้างเป็นของตน
- การประหยัด : ใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงาน , ปิดไฟฟ้า ทุกครั้งที่เลิกใช้
- ความกตัญญูกตเวที : อาสาช่วยเหลือและถือของช่วยครู –อาจารย์

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของผู้เรียน
<p>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนรู้จัก กระบวนการอุณหภูมิกงที่ หรือไม่ ใ้ทำอะไร 2. นักเรียนรู้จัก กระบวนการอะเดียบาดิก หรือไม่ ใ้ทำอะไร 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนทั้งชั้น แสดงความคิดเห็นตาม หัวข้อที่ครูซักถาม
<p>ขั้นการสอน (2 ชั่วโมง)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูอธิบายสูตรของกระบวนการอุณหภูมิกงที่ และ กระบวนการอะเดียบาดิก 2. ครูสาธิตตัวอย่าง 3.1 และ 4.1 3. ครูเปิดโอกาสให้ซักถามข้อสงสัย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนทั้งหมดตั้งใจฟังการบรรยาย 2. ผู้เรียน ตั้งใจฟังการบรรยายและจดบันทึก เนื้อหาจากคำบรรยายใ้สมุด 3. ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย
<p>ขั้นพยายาม (20 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูให้ทำแบบฝึกหัดที่ 5.1 ,5.2 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนนำแบบฝึกหัด
<p>ขั้นสรุป (50 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูให้ส่งแบบฝึกหัด 2. ครูเฉลยแบบฝึกหัด 3. ครูสรุปเนื้อหาเพิ่มเติม 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดส่ง 2. ผู้เรียนทราบเฉลย 3. ผู้เรียนทั้งหมดตั้งใจฟัง

6. สื่อการเรียนการสอน/การเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

1. หนังสืองานสันดาปภายใน
2. เอกสารประกอบการสอน
3. แบบฝึกหัด 2 ข้อ

6.2 สื่อโสตทัศน

-

6.3 สื่อของจริง

-

7. แหล่งการเรียนการสอน/การเรียนรู้

7.1 ภายในสถานศึกษา

1. ตึกวิทยบริการ
2. ห้องสมุดชมรมวิชาชีพช่างยนต์
3. ห้อง Internet ช่างยนต์

7.2 ภายนอกสถานศึกษา

1. ห้องสมุดมหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. ห้องสมุดมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
3. ร้าน Internet

8. งานที่มอบหมาย

8.1 ก่อนเรียน

-

8.2 ขณะเรียน

- ให้ผู้เรียนจดคำอธิบาย ประกอบการบรรยายของครู
- ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด

8.3 หลังเรียน

- ให้ผู้เรียนเฉลยแบบฝึกหัด
- ให้ผู้เรียน ไปศึกษา เรื่อง กฎของเทอร์โมไดนามิกส์ มาล่วงหน้า

9. ผลงาน/ชิ้นงาน ที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียน

-

10. เอกสารอ้างอิง

ชนะชัย กสิภารี. เครื่องยนต์สันดาปภายใน. พิมพ์ครั้งที่8, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์

มนตรี พิรุณเกษตร. เทอร์โมไดนามิกส์. พิมพ์ครั้งที่2, กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์

รุ่งสุริย์ ใจเขื่อนแก้ว. เครื่องยนต์สันดาปภายในและภายนอก. พิมพ์ครั้งที่7, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น

วินิจ นิวาสะบุตร. การวิเคราะห์การสันดาป. พิมพ์ครั้งที่7, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เจริญธรรม, 2527

11. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับรายวิชาอื่น

วิชาเทอร์โมไดนามิกส์ เรื่อง กฎทางเทอร์โมไดนามิกส์

12. หลักการประเมินผลการเรียน

12.1 ก่อนเรียน

- สังเกตจากคำถาม ของผู้เรียน

12.2 ขณะเรียน

- สังเกตจากคำถาม ของผู้เรียน

12.3 หลังเรียน

- แบบฝึกหัด

13. รายละเอียดการประเมินผลการเรียน

13.1 คะแนนระหว่างภาคเรียน ร้อยละ 80 ได้จาก


- ผลจากแบบทดสอบหลังเรียน ร้อยละ 20
- ผลจากใบงาน ร้อยละ 20
- ผลจากการปฏิบัติงานกลุ่ม ร้อยละ 30
- ผลจากแบบฝึกหัด ร้อยละ 10

13.2 คะแนนคุณธรรมและ จริยธรรม ร้อยละ 20 ได้จาก

- ความตรงต่อเวลา ร้อยละ 5
- ความมีระเบียบ วินัย ร้อยละ 5
- ความรับผิดชอบ ร้อยละ 5
- ความซื่อสัตย์ ร้อยละ 5

การประเมินผล นำคะแนนที่ได้จากการวัดผลมาประเมิน โดยยึดหลักเกณฑ์การประเมินผลของ
วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม ซึ่งกำหนดดังนี้

อัตราคะแนน	ระดับคะแนน
80 – 100	4.0
75 – 79	3.5
70 – 74	3.0
65 – 69	2.5
60 – 64	2.0
55 – 59	1.5
50 – 54	1.0
0 – 49	0

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5	
	วิชา งานสันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 6	หน้า 1
	ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆใน ระบบปิด	จำนวน 3 ชั่วโมง	

3.กระบวนการอุณหภูมิกงที่

ก๊าซมีความดันสูงบรรจุในกระบอกสูบ เมื่อลูกสูบเลื่อนออกก๊าซจะมีความดันต่ำลง ขณะเดียวกัน อุณหภูมิก็ลดลงด้วย ถ้าจะรักษาอุณหภูมิกงที่ จะต้องให้ความร้อนกับก๊าซอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่อง เพื่อรักษาอุณหภูมิกงที่เท่ากับจุดเริ่มต้น เช่นเดียวกันในกรณีก๊าซถูกอัดตัวที่อุณหภูมิกงที่ จะต้องถ่ายเทความร้อนออกจากก๊าซอย่างต่อเนื่องระหว่างกระบวนการ

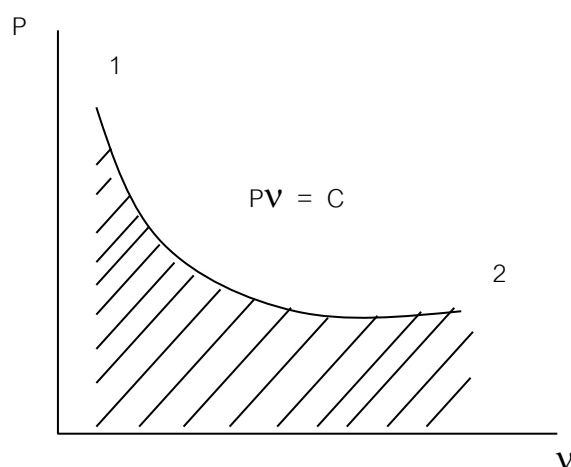
จากกฎของก๊าซสมบูรณ์

$$PV = RT$$

เมื่อเป็นกระบวนการอุณหภูมิกงที่ $PV = RT = \text{คงที่}$

ดังนั้น $PV = \text{คงที่}$ หรือ $PV = C$

$$P_1V_1 = P_2V_2 = P_3V_3 =$$





จากรูปเป็นการขยายตัวของก๊าซแบบอุณหภูมิกงที่ งานที่ได้ หากจากพื้นที่แรเงาใต้เส้นโค้งมีค่าเท่ากับ

$${}_1W_2 = \int_1^2 p dV$$

ในกรณีที่ $PV = C$ หรือ $P = \frac{C}{V}$

$${}_1W_2 = \int_{V_1}^{V_2} C \frac{dV}{V} = C [\ln V]_{V_1}^{V_2}$$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5	
	วิชา งาน สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 6	หน้า 2
	ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆใน ระบบปิด	จำนวน 3 ชั่วโมง	
${}_1W_2 = C \ln \frac{V_2}{V_1}$			
<p>ค่า C สามารถเขียนเป็น $P_1 V_1$ หรือ $P_2 V_2$ เพราะ $P_1 V_1 = P_2 V_2 = C$</p>			
${}_1W_2 = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$			
<p>หรือ ${}_1W_2 = P_2 V_2 \ln \frac{V_2}{V_1}$</p>			
<p>สำหรับก๊าซ m มวล</p>			
${}_1W_2 = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$			
<p>เนื่องจาก $P_1 V_1 = P_2 V_2$ ดังนั้น $\frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2}$</p>			
${}_1W_2 = P_1 V_1 \ln \frac{P_1}{P_2} \dots\dots\dots*$			
<p>หรือ</p>			
${}_1W_2 = P_2 V_2 \ln \frac{P_1}{P_2} \dots\dots\dots**$			
<p>จาก $P_1 V_1 = mRT_1$ และ $P_2 V_2 = mRT_2$ ดังนั้น</p>			
${}_1W_2 = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} = mRT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} = mRT_1 \ln \frac{P_1}{P_2} \dots\dots\dots***$			
<p>หรือ ${}_1W_2 = P_2 V_2 \ln \frac{V_2}{V_1} = mRT_2 \ln \frac{V_2}{V_1} = mRT_2 \ln \frac{P_2}{P_1} \dots\dots\dots****$</p>			
<p>จากกฎข้อที่หนึ่ง ${}_1Q_2 = U_2 - U_1 + {}_1W_2$</p>			
$U_2 - U_1 = mC_v (T_2 - T_1)$			
$U_2 - U_1 = 0 \quad \text{เพราะ } T_2 = T_1$			
<p>ดังนั้น ${}_1Q_2 = {}_1W_2 \dots\dots\dots*****$</p>			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5	
	วิชา งานสันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 6	หน้า 3
	ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆใน ระบบปิด	จำนวน 3 ชั่วโมง	

ตัวอย่าง 3.1

ก๊าซไนโตรเจนมีมวล 1 kg มีน้ำหนักโมเลกุล 26 kg/kg mole ถูกอัดตัวที่อุณหภูมิคงที่จาก 1.01 bar และ 20°C เป็น 4.2 bar จงคำนวณงานและความร้อนถ่ายเทหว่ากระบวนการ สมมติว่าไนโตรเจนเป็นก๊าซสมบูรณ์

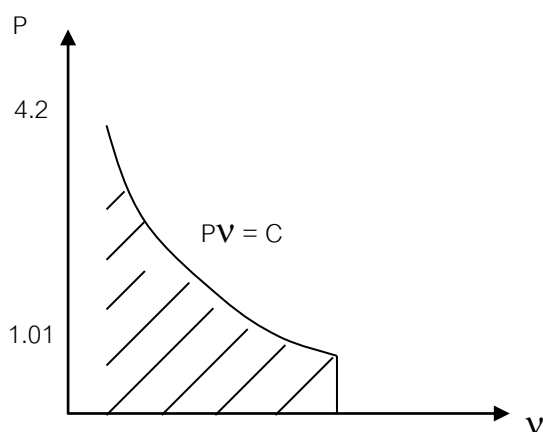
แทนค่าในสูตร $m = 1\text{ kg}$

$M = 26\text{ kg/kg mole}$

$T = 20+273\text{ K}$

$P = 1.01\text{ bar}$

$P = 4.2\text{ bar}$



วิธีทำ

$$R = \frac{R_0}{M} = \frac{8.314}{28} = 0.297 \quad \text{kJ/kg.k}$$



$$\begin{aligned} {}_1W_2 &= RT \ln \frac{P_1}{P_2} \\ &= 0.297 \text{ kJ/kg.K} (273+20)\text{K} = \frac{1.01}{4.2} \text{ bar} \end{aligned}$$


$$= -124 \text{ kJ} \quad (\text{งานเข้า})$$

จาก ${}_1Q_2 = {}_1W_2$ เพื่อเป็นกระบวนการอุณหภูมิคงที่

$${}_1Q_2 = {}_1W_2 = -124 \text{ kJ}$$

เครื่องหมายเป็นลบแสดงว่า ความร้อนถ่ายเทออก

			
	แผนการสอน		หน่วยที่ 5
	วิชา งานสันดาปภายใน		สอนครั้งที่ 6 หน้า 4
	ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆใน ระบบปิด		จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>4.กระบวนการอะเดียบาติก</p> <p>เป็นกระบวนการที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อนเข้าออกจากระบบ ซึ่งจะมีผลจนหุ้มเอาไว้เป็นอย่างดี การเปลี่ยนแปลงกระบวนการแบบนี้จะเป็นไปตามสมการ $PV^\gamma = \text{คงที่}$</p> $P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$ <p>หรือ $\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^\gamma = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^\gamma$*</p> <p>จาก $PV = RT \quad \therefore P = \frac{RT}{V}$</p> <p>แทนค่าใน</p> $\frac{P_1 V_1^\gamma}{\frac{RT_1}{V_1}} = \frac{P_2 V_2^\gamma}{\frac{RT_2}{V_2}}$ $\frac{T_1 V_1^\gamma}{V_1} = \frac{T_2 V_2^\gamma}{V_2}$ $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-2}$ $T_2 \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right) = \left(\frac{V_2}{V_1}\right) \dots\dots\dots**$			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5	
	วิชา งาน สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 6	หน้า 5
	ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆใน ระบบปิด	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>เช่นเดียวกันถ้า $PV = RT \therefore V = \frac{RT}{P}$</p> $P_1 \left(\frac{RT_1}{P_1} \right)^\gamma = P_2 \left(\frac{RT_2}{P_2} \right)^\gamma$ $P_1 \frac{T_1^\gamma}{P_1^\gamma} = P_2 \frac{T_2^\gamma}{P_2^\gamma}$ $\frac{T_1^\gamma}{P_1^{\gamma-1}} = \frac{T_2^\gamma}{P_2^{\gamma-1}}$ $\left(\frac{T_1}{T_2} \right)^\gamma = \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\gamma-1}$ $\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \dots\dots\dots***$ <p>จากกฎข้อที่หนึ่ง ${}_1Q_2 = U_2 - U_1 + {}_1W_2$</p> <p>สำหรับกระบวนการอะเดียบาติก ${}_1Q_2 = 0$</p> ${}_1W_2 = -(U_2 - U_1)$ ${}_1W_2 = -C_v(T_2 - T_1)$ <p>และ $C_v = \frac{R}{\gamma-1}$</p> ${}_1W_2 = -R \frac{(T_2 - T_1)}{\gamma-1}$ ${}_1W_2 = - \frac{(P_2 V_2 - P_1 V_1)}{-1} \quad \text{เมื่อ } PV = RT$			

$$= \frac{(P_1 V_1 - P_2 V_2)}{\gamma - 1}$$

$$\text{หรือ } {}_1W_2 = - \frac{(P_1 V_1 - P_2 V_2)}{\gamma - 1} = \frac{mr(T_1 - T_2)}{\gamma - 1} \dots\dots\dots ****$$



แผนการสอน

หน่วยที่ 5

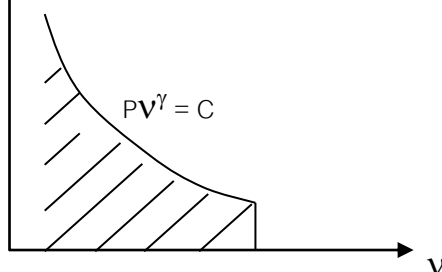
วิชา งานสันดาปภายใน

สอนครั้งที่ 6

หน้า 6

ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆใน
ระบบปิด

จำนวน 3 ชั่วโมง



งานที่เกิดขึ้นจากกระบวนการอะเดียบาติก ถ้าหาจากพื้นที่แรเงาใต้เส้นโค้งในกราฟได้ดังนี้

$${}_1W_2 = \int_{V_1}^{V_2} P dV$$

$$\text{เมื่อ } PV^\gamma = C$$

$$P = \frac{C}{V^\gamma}$$

$${}_1W_2 = \int_{V_1}^{V_2} \frac{C}{V^\gamma} dV$$

$${}_1W_2 = C \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V^\gamma}$$

$$= C \left[\frac{V^{-\gamma+1}}{-\gamma+1} \right]_{V_1}^{V_2} = C \left[\frac{V_2^{-\gamma+1} - V_1^{-\gamma+1}}{1-\gamma} \right]$$

$$= C \left[\frac{V_2^{-\gamma+1} - V_1^{-\gamma+1}}{\gamma-1} \right]$$

และค่า C สามารถแทนได้ด้วย $P_1 V_1^\gamma$ หรือ $P_2 V_2^\gamma$

$${}_1W_2 = \frac{P_1 V_1^\gamma V_1^{1-\gamma} - P_2 V_2^\gamma V_2^{1-\gamma}}{\gamma - 1}$$

$$= \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{\gamma - 1}$$

หรือ $= \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{\gamma - 1}$ *****



แผนการสอน

หน่วยที่ 5

วิชา งานสันดาปภายใน

สอนครั้งที่ 6

หน้า 7

ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆใน
ระบบปิด

จำนวน 3 ชั่วโมง

ตัวอย่าง 4.1

อากาศที่ความดัน 1.02 bar และอุณหภูมิ 25°C มีปริมาตรเริ่มต้นบรรจุในกระบอกสูบเท่ากับ 0.015 m³ ถูกอัดตัวแบบอะเดียแบติก จนมีความดัน เป็น 6.8 bar จงคำนวณหา

ก. อุณหภูมิสุดท้าย $P_1 = 1.02 \text{ bar}$

ข. ปริมาตรสุดท้าย $V = 0.015 \text{ m}^3$

ค. งานที่ใช้ในการอัดอากาศ เมื่อ $\gamma = 1.4$ $T = 25 + 273 \text{ K}$

วิธีทำ $P_2 = 6.8 \text{ bar}$

หาอุณหภูมิสุดท้าย จาก $\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

$$= (273 + 25)\text{K} \times \left(\frac{6.8}{1.02}\right)^{\frac{1.4-1}{1.4}} \text{ bar}$$

$$T = 507.5 \text{ K}$$

$$t = (507.5 - 273) = 234.5^\circ\text{C}$$

หาปริมาตรสุดท้าย

$$\text{จาก } \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma \quad \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}}$$

$$\begin{aligned}
 V_2 &= V_1 \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \\
 &= 0.015 \text{ m}^3 \left(\frac{1.02}{6.8} \right)^{\frac{1}{1.4}} \text{ bar} \\
 &= 0.00388 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$



แผนการสอน

หน่วยที่ 5

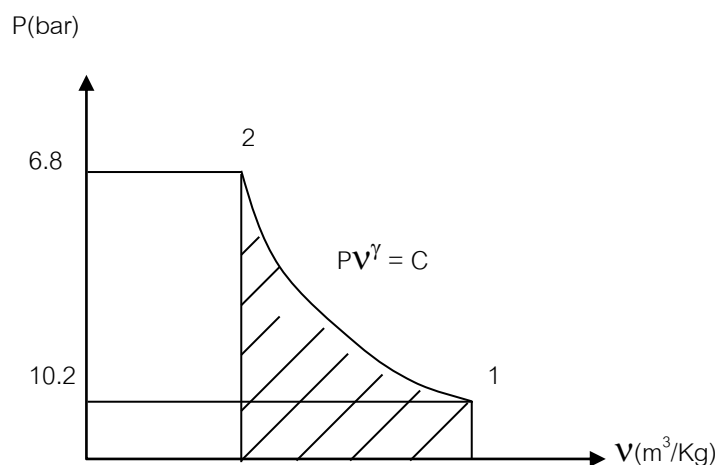
วิชา งานสันดาปภายใน

สอนครั้งที่ 6

หน้า 8

ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆใน
ระบบปิด

จำนวน 3 ชั่วโมง



หางาน

$$\begin{aligned}
 {}_1W_2 &= -(U_2 - U_1) &= -C_v(T_2 - T_1) \\
 &= -0.718 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}(507.5^\circ - 295^\circ)\text{K} \\
 &= -152.8 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

เครื่องหมายลบ แสดงว่าเป็นงานให้แก่ก๊าซเท่ากับ 152.8 kJ/kg

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } PV_1 &= mRT_1 \\
 m &= \frac{P_1 V_1}{RT_1}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1.02 \times 10^5 \times 0.015}{0.287 \times 10^3 \times 295} = 0.0181 \text{ kg} \\
 \text{งานทั้งหมด} &= 0.0181 \text{ kg} \times 152.8 \text{ kJ/kg} \\
 &= 2.76 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$



แผนการสอน

หน่วยที่ 5

วิชา งานสันดาปภายใน

สอนครั้งที่ 6 หน้า 9


ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆใน
ระบบปิด

จำนวน 3 ชั่วโมง


แบบฝึกหัด 5.1

1. อากาศมีมวล 1 kg ถูกอัดด้วยแบบไอโซเทอร์มอล จากความดัน 1 bar และอุณหภูมิ 30°C จนมีความดัน 5 bar จงคำนวณหางานและความร้อนที่อากาศถ่ายเท (-140 kJ/kg , 140 kJ/kg)
2. อากาศมีมวล 1 kg ที่ความดัน 1 bar อุณหภูมิ 15°C ถูกอัดด้วยแบบอะเดียบาติก จนมีความดัน 4 bar จงคำนวณหาอุณหภูมิสุดท้ายและงานที่ให้แก่อากาศ (154.69°C , 100.5 kJ/kg)



	แผนการสอน	หน่วยที่ 5	
	วิชา งานสันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 6	หน้า 10
	ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆในระบบปิด	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>เฉลยแบบฝึกหัด 5.1</p> <p>1. อากาศมีมวล 1 kg ถูกอัดด้วยแบบไอโซเทอร์มอล จากความดัน 1 bar และอุณหภูมิ 30°C จนมีความดัน 5 bar จงคำนวณงานและความร้อนที่อากาศถ่ายเท (140 kJ/kg , -140 kJ/kg)</p> <p>วิธีทำ จากสูตร ${}_1W_2 = mRT \ln \frac{P_1}{P_2}$</p> $= 1 \text{ kg} \times 0.287 \text{ kJ/kg.K} \times (30 - 273) \text{ K} \ln \frac{1 \text{ bar}}{5 \text{ bar}}$ $= -139.9 \text{ kJ (งานออก)}$ <p>จาก ${}_1Q_2 = {}_1W_2$ เป็นอุณหภูมิกงที่</p> ${}_1Q_2 = {}_1W_2 = 139.9 \text{ kJ}$ <p>เครื่องหมายเป็นบวก แสดงว่า ความร้อนถูกถ่ายเทเข้า</p>			
		ตอบ	



	แผนการสอน	หน่วยที่ 4	
	วิชา งานสันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 4	หน้า 11
	ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆในระบบปิด	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>เฉลยแบบฝึกหัด 5.2</p> <p>2. อากาศมีมวล 1 kg ที่ความดัน 1 bar อุณหภูมิ 15°C ถูกอัดด้วยแบบอะเดียบาติก จนมีความดัน 4 bar จงคำนวณหาอุณหภูมิสุดท้ายและงานที่ให้แก่อากาศ (140 kJ/kg, 100.5 kJ/kg)</p> <p>วิธีทำ</p> <p>จากสูตร $\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$</p> $T_2 = T_1 \times \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$ $= (15+273)K \left(\frac{4bar}{1bar}\right)^{\frac{1.4-1}{1.4}}$ $= 427.96 \text{ K}$ $= (427.96 - 273)$ $= 154.96 \text{ }^{\circ}\text{C}$ <p>หางาน ${}_1W_2 = -C_v(T_2 - T_1)$</p> $= -0.718(427.96 - 288) \text{ kJ/kg.K}$ $= -100.5 \text{ kJ/kg}$ <p>เครื่องหมายลบแสดงว่าเป็นงานให้แก่อากาศเท่ากับ 100.5 kJ/kg</p>			

--

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้แบบมุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพและบูรณาการตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง/ ผล 5 มิติ / นโยบาย 3 D และ 11 ดี 11 เก่ง

รายการ	ระดับการปฏิบัติ				
	5	4	3	2	1
ด้านการเตรียมการสอน					
1. จัดหน่วยการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้					
2. กำหนดเกณฑ์การประเมินครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านจิตพิสัย					
3. เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ สื่อ นวัตกรรม กิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนเข้าสอน					
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
4. มีวิธีการนำเข้าสู่บทเรียนที่น่าสนใจ					
5. มีกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจ					
6. จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง					
7. นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
8. จัดกิจกรรมที่เน้นกระบวนการคิด (คิวเคาระห์ คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์)					
9. กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นอย่างเสรี					
10. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงโดยนำภูมิปัญญา/บูรณาการเข้ามามีส่วนร่วม					
11. จัดกิจกรรมโดยสอดคล้องคุณธรรม จริยธรรม					
12. มีการเสริมแรงเมื่อนักเรียนปฏิบัติ หรือตอบถูกต้อง					
13. มอบหมายงานให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน					
14. เอาใจใส่ดูแลผู้เรียน อย่างทั่วถึง					
15. ใช้เวลาสอนเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด					

ด้านสื่อ นวัตกรรม แหล่งการเรียนรู้						
16. ใช้สื่อที่เหมาะสมกับกิจกรรมและศักยภาพของผู้เรียน						
17. ใช้สื่อ แหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น บุคคล สถานที่ ของจริง เอกสาร สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และอินเทอร์เน็ต เป็นต้น						
ด้านการวัดและประเมินผล						
18. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดเกณฑ์การวัดและประเมินผล						
19. ประเมินผลอย่างหลากหลายและครบทั้งด้านความรู้ ทักษะ และจิตพิสัย						
20. ครู ผู้เรียน ผู้ปกครอง หรือ ผู้ที่เกี่ยวข้องมีส่วนร่วม ในการประเมิน						
หมายเหตุ ระดับการปฏิบัติ 5 = ปฏิบัติดีเยี่ยม 4 = ปฏิบัติดี 3 = ปฏิบัติพอใช้ 2 = ควรปรับปรุง 1 = ไม่มีการปฏิบัติ	รวม					
	ค่าเฉลี่ย					

บันทึกหลังสอน ปัญหา และแนวทางแก้ปัญหา

ปัญหาที่พบ	แนวทางแก้ปัญหา
ด้านการเตรียมการสอน
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ด้านสื่อ นวัตกรรม แหล่งการเรียนรู้
ด้านการวัดและประเมินผล

