

สัปดาห์ที่ 11
หน่วยที่ 5
เรื่อง
วัฏจักรออตโต

**แผนการจัดการเรียนรู้ แบบมุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ
และบูรณาการตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง**

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

รหัสวิชา 3101-2002

วิชา งานสันดาปภายใน

หน่วยที่ 3

ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต

ชื่อเรื่อง

จำนวน 3 ชั่วโมง

3.5 งานสุทธิของวัฏจักรออตโต

3.6 ประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักรออตโต

1. สาระสำคัญ

1. งานสุทธิหาได้จากค่าความร้อนที่ได้รับลบกับค่าความร้อนที่คายออก
2. ประสิทธิภาพทางความร้อนหาได้จากงานสุทธิหารด้วยความร้อนที่ได้รับ

2. สมรรถนะประจำหน่วยการเรียนรู้

1. อธิบายความหมายงานสุทธิของวัฏจักรออตโตได้อย่างถูกต้อง
2. คำนวณหางานสุทธิของวัฏจักรออตโตได้อย่างถูกต้อง
3. อธิบายความหมายประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักรออตโตได้อย่างถูกต้อง
4. คำนวณหาประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักรออตโตได้อย่างถูกต้อง
5. คำนวณหาความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักรออตโตได้อย่างถูกต้อง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายงานสุทธิของวัฏจักรออตโตได้อย่างถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถคำนวณหางานสุทธิของวัฏจักรออตโตได้อย่างถูกต้อง
3. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักรออตโตได้อย่างถูกต้อง
4. นักเรียนสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักรออตโตได้อย่างถูกต้อง
5. นักเรียนสามารถคำนวณหาความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักรออตโตได้อย่างถูกต้อง

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถคำนวณหางานสุทธิของวัฏจักรออตโตได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถคำนวณหาประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักรออตโตได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถคำนวณหาความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักรของวัฏจักรออตโตได้อย่างถูกต้อง

4. เนื้อหาสาระการสอน/การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้

- กระบวนการสันดาปภายในของวัฏจักรออตโต

4.2 ด้านทักษะหรือปฏิบัติ

- การคำนวณหาค่างานสุทธิ , ประสิทธิภาพทางความร้อน , ความดันยังผลเฉลี่ย

4.3 ด้านคุณธรรม/จริยธรรม/จรรยาบรรณ/บูรณาการเศรษฐกิจพอเพียง

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

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของผู้เรียน
<p>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูทบทวนกระบวนการ 4-1 ของวัฏจักรอุตสาหกรรม <p>ขั้นการสอน (60 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูอธิบายความหมายงานสุทธิของวัฏจักรอุตสาหกรรม 2. ครูอธิบายความหมายประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักรอุตสาหกรรม 3. ครูเขียนสมการงานสุทธิกับประสิทธิภาพทางความร้อน และวาดแผนภาพของวัฏจักรอุตสาหกรรม 4. ครูสาธิตตัวอย่างของวัฏจักรอุตสาหกรรม จำนวน 1 ข้อ 5. ครูเปิดโอกาสให้ซักถามข้อสงสัย <p>ขั้นพยายาม (80 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติเขียนสมการและวาดแผนภาพของวัฏจักรอุตสาหกรรม 2. ครูให้ทำแบบฝึกหัดที่ 5.4 จำนวน 1 ข้อ <p>ขั้นสรุป (30 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูให้ส่งฝึกหัด 2. ครูเฉลยแบบฝึกหัด 3. ครูสรุปเนื้อหาเพิ่มเติม 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนทั้งชั้น แสดงความคิดเห็นตามหัวข้อที่ครูซักถาม 1. ผู้เรียนตั้งใจฟังการบรรยายและจดบันทึกเนื้อหาจากคำบรรยายได้สมมุด 2. ผู้เรียนตั้งใจฟังการบรรยายและจดบันทึกเนื้อหาจากคำบรรยายได้สมมุด 3. ผู้เรียนตั้งใจฟังการบรรยายและจดบันทึกเนื้อหาจากคำบรรยายได้สมมุด 4. ผู้เรียนตั้งใจฟังการบรรยายและจดบันทึก 5. ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย 1. ผู้เรียนฝึกปฏิบัติเขียนสมการและแผนวาดรูปของวัฏจักรอุตสาหกรรม 2. ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ 5.4 จำนวน 1 ข้อ 1. ผู้เรียนนำแบบฝึกหัดมาส่ง 2. ผู้เรียนทราบเฉลย 3. ผู้เรียนทั้งหมดตั้งใจฟัง

6. สื่อการเรียนการสอน/การเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- หนังสืองานสัปดาห์ภายใน
- เอกสารประกอบการสอน

6.2 สื่อโสตทัศน

-

6.3 สื่อของจริง

-

7. แหล่งการเรียนการสอน/การเรียนรู้

7.1 ภายในสถานศึกษา

- ทีวีวิทยบริการ
- ห้องสมุดชมรมวิชาชีพช่างยนต์
- ห้อง Internet ช่างยนต์

7.2 ภายนอกสถานศึกษา

- ห้องสมุดมหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- ห้องสมุดมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- ร้าน Internet

8. งานที่มอบหมาย

8.1 ก่อนเรียน

-

8.2 ขณะเรียน

- ให้ผู้เรียนจดคำอธิบาย ประกอบการบรรยายของครู
- ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ

8.3 หลังเรียน

- ให้ผู้เรียนเฉลยแบบทดสอบ
- ให้ผู้เรียนไปศึกษา เรื่อง วัฏออกโต มาล่วงหน้า

9. ผลงาน/ชิ้นงาน ที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียน

-

10. เอกสารอ้างอิง

ชนะชัย กสิภาร. เครื่องยนต์สันดาปภายใน. พิมพ์ครั้งที่8, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์
มนตรี พิรุณเกษตร. เทอร์โมไดนามิกส์. พิมพ์ครั้งที่2, กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์
รุ่งสุริย์ ใจเขื่อนแก้ว. เครื่องยนต์สันดาปภายในและภายนอก. พิมพ์ครั้งที่7, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น
วินิจ นีวาสะบุตร. การวิเคราะห์การสันดาป. พิมพ์ครั้งที่7, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เจริญธรรม, 2527
ศรีณรงค์ ตู้อทองคำ. ค่าคงที่สากลของก๊าซ. พิมพ์ครั้งที่5, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์พี.เอ็ด, 2524

11. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับรายวิชาอื่น

วิชา เทอร์โมไดนามิกส์

12. หลักการประเมินผลการเรียน

12.1 ก่อนเรียน

- สังเกตจากคำถาม ของผู้เรียน

12.2 ขณะเรียน

- สังเกตจากคำถาม ของผู้เรียน

12.3 หลังเรียน

- แบบทดสอบ

13. รายละเอียดการประเมินผลการเรียน

13.1 คะแนนระหว่างภาคเรียน ร้อยละ 80 ได้จาก


- แบบทดสอบหลังเรียน ร้อยละ 20
- ใบงาน ร้อยละ 20
- การปฏิบัติงานกลุ่ม ร้อยละ 30
- แบบฝึกหัด ร้อยละ 10

13.2 คะแนนคุณธรรมและ จริยธรรม ร้อยละ 20 ได้จาก

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

การประเมินผล นำคะแนนที่ได้จากการวัดผลมาประเมิน โดยยึดหลักเกณฑ์การประเมินผลของวิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม 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	หน้าที่ 1
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 11	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	

วัฏจักรปริมาตรคงที่

สำหรับงานที่ทำในรอบ 1 กลวัตรอาจหาได้ดังนี้

กระบวนการ 3-4 เป็นการขยายตัวซึ่งได้งาน +

กระบวนการ 1-2 เป็นการอัดตัวซึ่งได้งาน -

งานสุทธิ คือผลบวกของทั้งสองนี้

$$\begin{aligned}
 \text{งานสุทธิ } W &= \text{พื้นที่ใต้เส้น 3-4 ลบ พื้นที่ใต้เส้น 1-2} \\
 &= \text{พื้นที่ 1 2 3 4} \\
 &= \text{พื้นที่ของแผนภาพ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{\text{net}} &= \frac{P_3V_3 - P_4V_4}{k - 1} = \frac{P_2V_2 - P_1V_1}{k - 1} \\
 &= \frac{mR}{k - 1} (T_3 - T_4) - (T_2 - T_1) \dots\dots\dots 7
 \end{aligned}$$

ในกลวัตรนี้ ความร้อนที่ได้รับและคายออก อยู่ในระหว่างการปริมาตรคงที่เท่านั้น จึงเรียกว่ากลวัตรปริมาตรคงที่

ความร้อนที่ได้จากกระบวนการ 2-3

$$q_{\text{in}} = c_v (T_3 - T_2) \dots\dots\dots 8$$

ความร้อนที่คายออกจากกระบวนการ 4-1


$$q_{\text{out}} = mc_v (T_4 - T_1) \dots\dots\dots 9$$

ดังนั้นงานที่ทำ/หนึ่งกลวัตร อาจหาได้อีกวิธีหนึ่งดังนี้โดยสมการ $W = Q$ หรือ งาน/กลวัตร = ความร้อนที่ได้รับ - ความร้อนที่คายออก

$$\begin{aligned}
 W_{\text{net}} &= mc_v (T_3 - T_2) - mc_v (T_4 - T_1) \\
 W_{\text{net}} &= mc_v (T_3 - T_2) - (T_4 - T_1) \dots\dots\dots 10
 \end{aligned}$$

การคำนวณหางานทำได้อีกวิธีหนึ่ง คือ

$$W_{\text{net}} = q_{\text{in}} - q_{\text{out}} \dots\dots\dots 11$$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5	หน้าที่ 2
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 11	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	

$$\eta_{th} = \frac{\text{ความร้อนที่ได้รับ} - \text{ความร้อนที่คายออก}}{\text{ความร้อนที่ได้รับ}}$$

ความร้อนที่ได้รับ - ความร้อนที่คายออก = ความร้อนที่ได้รับ x η_{th}

$$W = \text{ความร้อนที่ได้รับ} \times \eta_{th}$$

$$W = mc_v (T3-T2) \times \eta_{th} \dots\dots\dots 11$$

ประสิทธิภาพทางความร้อนของกลวัตร

$$\eta_{th} = \frac{\text{ความร้อนที่ได้รับ} - \text{ความร้อนที่คายออก}}{\text{ความร้อนที่ได้รับ}}$$


$$\eta_{th} = 1 - \frac{\text{ความร้อนที่คายออก}}{\text{ความร้อนที่ได้รับ}}$$


$$\eta_{th} = 1 - \frac{mc_v (T4 - T1)}{mc_v (T3 - T2)} = 1 - \frac{(u4 - u1)}{(u3 - u2)}$$

แทนค่า T2, T3 และ T4 ในแหลมของ T1 ลงในสมการ จะได้

$$\eta_{th} = 1 - \frac{\left(\frac{P3}{P2}\right) T1 - T2}{\left(\frac{P3}{P2}\right) T1 r - T1 r v^{k-1}}$$

$$= 1 - \frac{1}{r v^{k-1}} \dots\dots\dots 12$$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5	หน้าที่ 3
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 11	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>พิจารณากระบวนการอะเดียบาติก 1-2 และ 3-4</p> $T_2/T_1 = (V_1/V_2)^k V^{k-1}$ <p>และ $T_3/T_4 = (V_4/V_3)^k V^{k-1}$</p> <p>แต่ $V_1/V_2 = V_4/V_3 = rv^{k-1}$</p> $T_1/T_2 = T_3/T_4 = rv^{k-1}$ <p>หรือ $T_1/T_2 = T_4/T_3 = \frac{1^{k-1}}{rv}$</p> <p>ดังนั้น สมการที่ 5 จะเป็นดังนี้</p> $\eta_{th} = 1 - T_1/T_2 \quad \text{หรือ} \quad 1 - T_4/T_3 \quad \dots\dots\dots 13$			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5	หน้าที่ 4
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 11	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	

ตัวอย่าง วัฏจักรออตโตมาตรฐานอากาศมีอากาศเป็นของไหลทำงานโดยมีอัตราส่วนการอัด $r_v=10 : 1$ ก่อนเริ่มกระบวนการอัดอากาศอยู่ที่ 95 kPa และ 26.8 °C ภายใต้กระบวนการรับความร้อนที่ปริมาตรคงที่นั้น ป้อนความร้อนให้อากาศปริมาณ 800 kJ/kg กำหนดให้อากาศมีค่าความจุความร้อนจำเพาะคงที่ที่ 300 K จงหา

- ก) ความดันสูงสุดของวัฏจักร
- ข) งานสุทธิของวัฏจักร
- ค) ประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักร
- ง) ความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักร

วิธีทำ

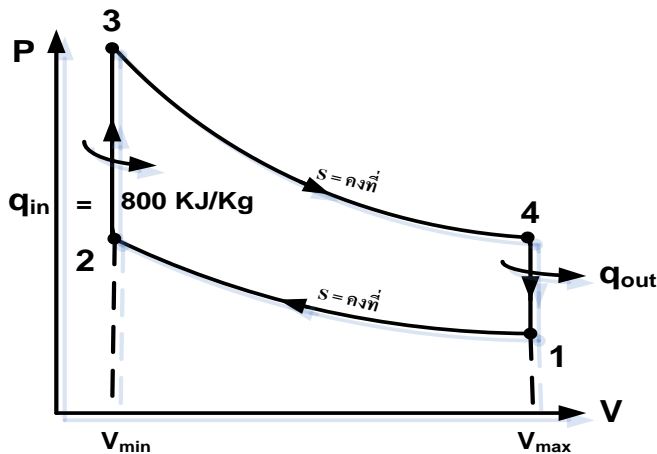
- ก) ความดันสูงสุดของวัฏจักร

กำหนดให้ค่าความจุความร้อนจำเพาะของอากาศที่อุณหภูมิ 300 K

$$C_p = 1.0035 \text{ kJ/kg.K} , C_v = 0.7165 \text{ kJ/kg.K}$$

$$R = 0.285 \text{ kJ/kg.K} \text{ และ } K = 1.4$$

โดยที่ $P_1 = 95 \text{ kPa} , T_1 = 273.2 + 26.8 = 300 \text{ K} , r_v = 10 , q_{in} = 800 \text{ kJ/kg}$





แผนภาพ P-V ของวัฏจักรออตโตมาตรฐานอากาศ


กระบวนการ (1-2) เป็นกระบวนการอัดตัวแบบไอเซนทรอปิก


$$\begin{aligned}
 T_2 &= T_1 \frac{V_1^{k-1}}{V_2} = T_1 (r_v)^{k-1} \\
 &= 300 \text{ K} (10)^{0.4} \\
 &= 753.57 \text{ K} - 273 \\
 &= 480.57 \text{ } ^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$


ตอบ

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5	หน้าที่ 5
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 11	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>สำหรับก๊าซอุดมคติ</p> $\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$ <p>แทนค่า $P_2 = \left(\frac{V_1}{V_2}\right) \left(\frac{T_2}{T_1}\right) P_1$</p> $= (10) \left(\frac{753.57 \text{ K}}{300 \text{ K}}\right) (95 \text{ kPa})$ <p>$P_2 = 2386.3 \text{ kPa} (2.386 \text{ MPa})$ ตอบ</p>			
<p>กระบวนการ (2-3) เป็นกระบวนการรับความร้อนภายใต้ปริมาตรคงที่ (V2-V3)</p> $q_{in} = \Delta u = C_{v0} (T_3 - T_2)$ <p>แทนค่า 800 = 0.7165 (T3 - 753.57)</p> $T_3 = \left(\frac{800 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{0.7165 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}\right) + 753.57 \text{ K}$ <p>$T_3 = 1870.1 \text{ K} - 273$</p> $= 1597.1 \text{ } ^\circ\text{C}$ ตอบ			
<p>สำหรับก๊าซอุดมคติ</p> $\frac{P_3 V_3}{T_3} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ <p>$P_3 = \left(\frac{V_2}{V_3}\right) \left(\frac{T_3}{T_2}\right) P_2$</p> $= (1) \left(\frac{1870.1 \text{ K}}{753.57 \text{ K}}\right) (2386.3 \text{ kPa})$ <p>$P_3 = 5922 \text{ kPa} (5.922 \text{ MPa})$ ตอบ</p>			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5	หน้าที่ 6
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 11	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>ข) งานสุทธิของวัฏจักร</p> <p>กระบวนการ (3-4) เป็นกระบวนการขยายตัวแบบไอเซนทรอปิก</p> $T_4 = T_3 \left(\frac{V_3^{k-1}}{V_4} \right) = T_3 \left(\frac{1^{k-1}}{rv} \right)$ $= 1870.1 \text{ K} \left(\frac{1^{0.4}}{10} \right)$ $= 744.5 \text{ K} - 273$ $= 471.5 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{ตอบ}$ <p>กระบวนการ (4-1) เป็นกระบวนการถ่ายความร้อนที่คงปริมาตรคงที่ ($V_4 = V_1$)</p> $q_{\text{out}} = \Delta u = C_{v_0} (T_4 - T_1)$ $= 0.7165 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} (744.5 - 300) \text{ K}$ $= 318.5 \text{ kJ/kg} \quad \text{ตอบ}$ <p>งานสุทธิของวัฏจักร</p> $W_{\text{net}} = q_{\text{in}} - q_{\text{out}}$ $= 800 - 318.5 \text{ kJ/kg}$ $= 481.5 \text{ kJ/kg} \quad \text{ตอบ}$ <p>ค) ประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักร</p> $\eta_{\text{th, Otto}} = \frac{W_{\text{net}}}{q_{\text{in}}}$ $= \frac{481.5 \text{ kJ/kg}}{800 \text{ kJ/kg}}$ $= 0.602 \text{ (60.2 \%)} \quad \text{ตอบ}$			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5	หน้าที่ 7
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 11	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	
ง) ความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักร			
	V_1	=	$\frac{RT_1}{P_1}$
		=	$\frac{(0.287 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}})(300 \text{ K})}{95 \text{ kPa}} = 0.9063 \text{ m}^3/\text{kg}$ ตอบ
	V_2	=	$\frac{V_1}{r_v}$
		=	$\frac{0.9063 \text{ m}^3/\text{kg}}{10} = 0.0906 \text{ m}^3/\text{kg}$ ตอบ
	mep	=	$\frac{W_{\text{net}}}{V_1 - V_2}$
		=	$\frac{481.5 \text{ kJ/kg}}{0.9063 - 0.0906 \text{ m}^3/\text{kg}}$
		=	590.3 kPa ตอบ

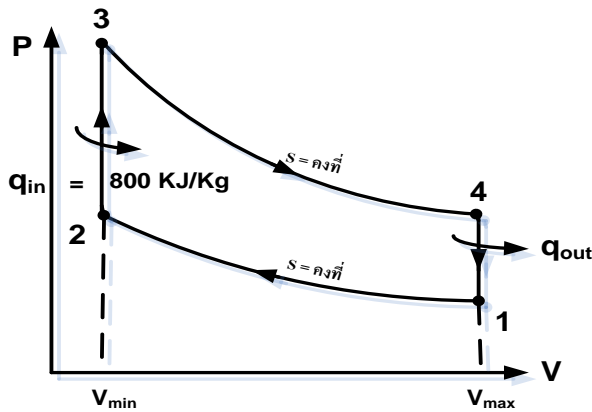
	แผนการสอน	หน่วยที่ 3	หน้าที่ 8
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 11	
	ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในระบบปิด	จำนวน 3 ชั่วโมง	
แบบฝึกหัด			
<p>1. วัฏจักรออตโตมาตรฐานอากาศทำงานอยู่ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 1200°C และ 20°C กำหนดปริมาณความร้อนป้อนเข้าวัฏจักรเท่ากับ 700 kJ/kg.K ความดันเริ่มต้น 95 kpa จงคำนวณหา</p> <p>ก. อัตราส่วนการอัดของเครื่องยนต์ออตโตนี้</p> <p>ข. ประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักร</p> <p>ค. ความดันสูงสุดต่อความดันต่ำสุดของวัฏจักร</p> <p>ง. ความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักร</p>			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5	หน้าที่ 9
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 11	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	

เฉลยแบบฝึกหัด

2 วัฏจักรออตโตมาตรฐานอากาศทำงานอยู่ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 1200 ° และ 20 °C กำหนดปริมาณความร้อนป้อนเข้าวัฏจักรเท่ากับ 700 kJ/kg.K ความดันเริ่มต้น 95 kpa จงคำนวณหา

- จ. อัตราส่วนการอัดของเครื่องยนต์ออตโตนี้
- ฉ. ประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักร
- ช. ความดันสูงสุดต่อความดันต่ำสุดของวัฏจักร
- ซ. ความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักร



$$T_3 = 1200 + 273.2 = 1473.2 \text{ K}$$

$$T_1 = 20 + 273.2 = 293.2 \text{ K}$$

$$q_{in} = 700 \text{ kJ/kg.K}$$

$$P_1 = 95 \text{ kpa}$$

แผนภาพ P-V ของวัฏจักรออตโตมาตรฐานอากาศ

$$q_{in} = C_v (T_3 - T_2)$$

$$T_2 = T_3 - \left[\frac{q_{in}}{C_v} \right]$$

$$T_2 = 1473.2 \text{ K} - \left[\frac{700 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}}{0.7165 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}} \right]$$


$$T_2 = 496.2 \text{ K} - 273$$


$$T_2 = 223.2 \text{ } ^\circ\text{C}$$


ก. อัตราส่วนการอัดของเครื่องยนต์ออตโตนี้

$$\frac{T_2}{T_1} = \left[\frac{V_1^{k-1}}{V_2} \right]$$

$$\frac{T_2}{T_1} = r^{k-1}$$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5	หน้าที่ 10
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 11	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	
$r_v = \left[\frac{T_2^{\frac{1}{k-1}}}{T_1} \right]$ $r_v = \left[\frac{496.2^{\frac{1}{1.4-1}} \text{ K}}{293.2 \text{ K}} \right]$ $r_v = 3.725$ <p>ข. ประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักร</p> $\eta_{th} = \frac{W_{net}}{Q_{in}}$ $T_4 = T_3 \left[\frac{1^{k-1}}{r_v} \right]$ $T_4 = 1473.2 \text{ K} \left[\frac{1^{1.4-1}}{3.725} \right]$ $T_4 = 870.5 \text{ K} - 273 = 597.5 \text{ } ^\circ\text{C}$ $Q_{out} = C_v [T_4 - T_1]$ $Q_{out} = 0.7165 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}} [870.5 - 293.2] \text{ K}$ $Q_{out} = 413.635 \text{ kJ/kg}$ $W_{net} = Q_{in} - Q_{ou}$ $W_{net} = 700 - 413.635 \text{ kJ/kg}$ $W_{net} = 286.365 \text{ kJ/kg}$			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5	หน้าที่ 11
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 11	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	
$\eta_{th} = \frac{W_{net}}{q_{in}}$ $\eta_{th} = \frac{286.365 \frac{kJ}{kg}}{700 \frac{kJ}{kg}}$ $\eta_{th} = 0.409 \text{ หรือ } 49.9 \%$ <p>ค. ความดันสูงสุดต่อความดันต่ำสุดของวัฏจักร</p> $\left[\frac{P_2^{\frac{k-1}{k}}}{P_1} \right] = \left[\frac{V_1^{k-1}}{V_2} \right]$ $\frac{P_2}{P_1} = \left[\frac{V_1^{\frac{k-1 \cdot k}{k-1}}}{V_2} \right]$ $P_2 = P_1 \left[\frac{V_1^k}{V_2} \right]$ $P_2 = P_1 (rv^k)$ $P_2 = 95 \text{ kPa } (3.725^{1.4})$ $P_2 = 598.88 \text{ kPa}$ $\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3}$ $P_3 = \frac{P_2 T_3}{T_2}$ $P_3 = \frac{598.88 \text{ kPa} \times 1473.2 \text{ K}}{496.2 \text{ K}}$ $P_3 = 1778.05 \text{ kPa}$			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 5	หน้าที่ 12
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 11	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	

ค. ความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักร

$$mep = \frac{W_{net}}{V_1 - V_2}$$

$$P_1 V_1 = mRT_1$$

$$V_1 = \frac{RT_1}{P_1}$$

$$V_1 = \frac{0.287 \frac{\text{kN}\cdot\text{m}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \times 293.2 \text{ K}}{95 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}}$$

$$V_1 = 0.8857 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$rv = \frac{V_1}{V_2}$$

$$V_2 = \frac{V_1}{rv}$$

$$V_2 = \frac{0.8857}{3.725}$$

$$V_2 = 0.2377 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$mep = \frac{W_{net}}{V_1 - V_2}$$

$$mep = \frac{286.365 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{0.8857 - 0.2377 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}}$$

$$mep = 441.921 \text{ kN/m}^2$$

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 (คิววิเคราะห์ 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 แหล่งการเรียนรู้อย่างหลากหลาย 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
ด้านอื่นๆ (โปรดระบุเป็นข้อๆ)

ลงชื่อ ครูผู้สอน

(.....)

ตำแหน่ง

...../...../.....

