

สัปดาห์ที่ 12

หน่วยที่ 8

เรื่อง

วัฏจักรดีเซล (Diesel Cycle)

**แผนการจัดการเรียนรู้ แบบมุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ
และบูรณาการตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง**

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

รหัสวิชา 3101-2002

วิชา งานสันดาปภายใน

หน่วยที่ 8

ชื่อหน่วย วัฏจักรดีเซล

ชื่อเรื่อง

จำนวน 3 ชั่วโมง

8.1 กระบวนการอัดตัวแบบไอเซนทรอปิก

8.2 กระบวนการความดันคงที่

1. สารสำคัญ

1. กระบวนการอัดตัวแบบไอเซนทรอปิก ตามกฎ $PV^k = C$ ความดันเนื่องจาก P_1 เป็น P_2 ปริมาตรลดลงจาก V_1 เป็น V_2 อุณหภูมิสูงขึ้นจาก T_1 เป็น T_2 เอนโทรปีคงที่ S_1 เท่ากับ $S_2 = C$
2. กระบวนการความดันคงที่ ความดันที่ $P_2 = P_3$ อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก T_2 เป็น T_3 เอนโทรปีเพิ่มจาก S_2 เป็น S_3

2. สมรรถนะประจำหน่วยการเรียนรู้

- 1.อธิบายกระบวนการอัดตัวแบบไอเซนทรอปิกของวัฏจักรดีเซล ได้อย่างถูกต้อง
- 2.อธิบายกระบวนการความดันคงที่ วัฏจักรดีเซล ได้อย่างถูกต้อง
- 3.สามารถคำนวณหาค่าความร้อนของวัฏจักรได้อย่างถูกต้อง
- 4.สามารถคำนวณหาค่างานของวัฏจักรได้อย่างถูกต้อง
- 5.สามารถคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของวัฏจักรได้อย่างถูกต้อง
- 6.มีความรับผิดชอบ ตามงานที่มอบหมาย (บูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง)

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

- 1.อธิบายกระบวนการอัดตัวแบบไอเซนทรอปิกของวัฏจักรดีเซล ได้อย่างถูกต้อง
- 2.อธิบายกระบวนการความดันคงที่ ของวัฏจักรดีเซล ได้อย่างถูกต้อง
- 3.สามารถคำนวณหาค่าความร้อนของวัฏจักรได้อย่างถูกต้อง
- 4.สามารถคำนวณหาค่างานของวัฏจักรได้อย่างถูกต้อง
- 5.สามารถคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของวัฏจักรได้อย่างถูกต้อง
- 6.มีความรับผิดชอบ ตามงานที่มอบหมาย (บูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง)

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 1.สามารถคำนวณหาความร้อนถ่ายเทเข้าของวัฏจักรดีเซล ได้อย่างถูกต้อง
- 2.สามารถคำนวณหาค่าของงานของวัฏจักรดีเซล ได้อย่างถูกต้อง
- 3.สามารถคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของวัฏจักรได้อย่างถูกต้อง
- 4.สามารถคำนวณหาอัตราส่วนการอัดของวัฏจักรออตโต ได้อย่างถูกต้อง
- 5.มีความรับผิดชอบ ตามงานที่มอบหมาย (บูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง)

4. เนื้อหาสาระการสอน/การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้

- กระบวนการสันดาปภายในของวัฏจักรดีเซล

4.2 ด้านทักษะหรือปฏิบัติ

- การคำนวณกระบวนการสันดาปภายในของวัฏจักรดีเซล

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
- ความกตัญญูกตเวที : อาสาช่วยเหลือและถือของช่วยครู –อาจารย์

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอนหรือการเรียนรู้

ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของผู้เรียน
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที) 1. นักเรียนรู้จักการสันดาปภายในหรือไม่	1. ผู้เรียนทั้งชั้น แสดงความคิดเห็นตามหัวข้อที่ครูซักถาม
ขั้นการสอน (60 นาที) 1. ครูอธิบายกระบวนการอัดตัวแบบไอเซนทรอปิกอยู่ในจังหวะอัดของวัฏจักรดีเซล 2. ครูอธิบายกระบวนการความดันคงที่ของวัฏจักรดีเซล 3. ครูเขียนสมการกระบวนการอัดตัวแบบไอเซนทรอปิกอยู่ในจังหวะอัดของวัฏจักรดีเซล 4. ครูสาธิตตัวอย่างกระบวนการอัดตัวแบบไอเซนทรอปิก อยู่ในจังหวะอัดของวัฏจักรดีเซล 5. ครูเปิดโอกาสให้ซักถามข้อสงสัย	1. ผู้เรียนตั้งใจฟังการบรรยายและจดบันทึกเนื้อหาจากคำบรรยายได้สมบูรณ์ 2. ผู้เรียนตั้งใจฟังการบรรยายและจดบันทึกเนื้อหาจากคำบรรยายได้สมบูรณ์ 3. ผู้เรียนตั้งใจฟังการบรรยายและจดบันทึกเนื้อหาจากคำบรรยายได้สมบูรณ์ 4. ผู้เรียนตั้งใจฟังการบรรยายและจดบันทึก 5. ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย
ขั้นพยายาม (80 นาที) 1. ครูให้นักศึกษาฝึกเขียนสมการและวาดแผนภาพของวัฏจักรดีเซล 2. ครูให้ทำแบบฝึกหัดที่ 8.1 จำนวน 1 ข้อ	1. ผู้เรียนฝึกเขียนสมการและวาดแผนภาพของวัฏจักรอัดโด 2. ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ 8.1 จำนวน 1 ข้อ
ขั้นสรุป (30 นาที) 1. ครูให้ส่งฝึกหัด 2. ครูเฉลยแบบฝึกหัด 3. ครูสรุปเนื้อหาเพิ่มเติม	1. ผู้เรียนนำแบบฝึกหัดมาส่ง 2. ผู้เรียนทราบเฉลย 3. ผู้เรียนทั้งหมดตั้งใจฟัง

6. สื่อการเรียนการสอน/การเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- หนังสืองานสัปดาห์ภายใน
- เอกสารประกอบการสอน
- แบบฝึกหัด 1 ข้อ
- แบบทดสอบ 1 ข้อ

6.2 สื่อโสตทัศน์

-

6.3 สื่อของจริง

-

7. แหล่งการเรียนการสอน/การเรียนรู้

7.1 ภายในสถานศึกษา

- คีทวิทยบริการ
- 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 เรื่องของวัฏจักรดีเซลมาล่วงหน้า

9. ผลงาน/ชิ้นงาน ที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียน

-

10. เอกสารอ้างอิง

ชนะชัย กสิภาร. เครื่องยนต์สันดาปภายใน. พิมพ์ครั้งที่8, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์
มนตรี พิรุณเกษตร. เทอร์โมไดนามิกส์. พิมพ์ครั้งที่2, กรุงเทพฯ: วิทย์พัฒน์
รุ่งสุริย์ ใจเขื่อนแก้ว. เครื่องยนต์สันดาปภายในและภายนอก. พิมพ์ครั้งที่7, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น
วินิจ นิวาสะบุตร. การวิเคราะห์การสันดาป. พิมพ์ครั้งที่7, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เจริญธรรม, 2527
ศรีณรงค์ ตูทองคำ. 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

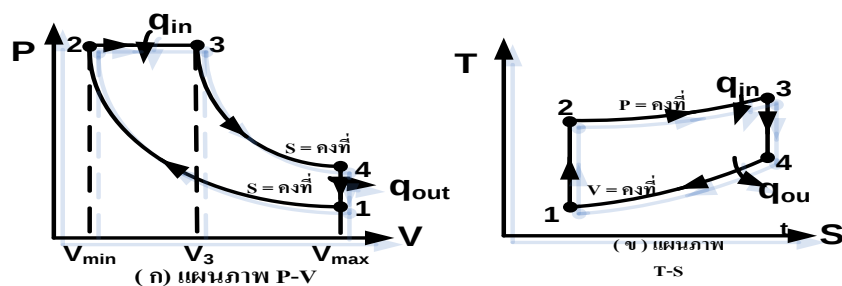
การประเมินผล นำคะแนนที่ได้จากการวัดผลมาประเมิน โดยยึดหลักเกณฑ์การประเมินผลของวิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม ซึ่งกำหนดดังนี้

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 7	หน้าที่ 1
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 9	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	

วัฏจักรดีเซล (Diesel cycle)

วัฏจักรนี้ตั้งเพื่อชื่อตามนักประดิษฐ์ ชื่อ Rudolph Diesel (ค.ศ. 1858 – 1913) ซึ่งได้จดทะเบียนสิทธิบัตรไว้ในเยอรมัน เราได้ประดิษฐ์ระบบการทำงานของเครื่องยนต์แบบใช้หัวฉีดสำหรับฉีดน้ำเชื้อเพลิง โดยครั้งแรกใช้ถ่านหินเผาไหม้ภายในกระบอกสูบ แต่ในที่สุดได้เกี่ยวมาใช้เชื้อเพลิงเหลว ซึ่งเรียกกันทั่วไปว่าเครื่องยนต์ดีเซล วัฏจักรนี้ดำเนินไปดังนี้



กระบวนการ 1 – 2

จัดเตรียมอะเดียบาตริก ตามกฎ $PV^k = C$

ความดันเนื่องจาก P_1 ไปเป็น P_2

อุณหภูมิเริ่มจาก T_1 ไปเป็น T_2

ปริมาตรลดลงจาก V_1 มาเป็น

เอนโทรปีเพิ่มขึ้นจาก $S_1 = S_2$

กระบวนการ 2 – 3

รับความร้อนโดยความดันคงที่

ความดันคงที่เท่าเดิมที่ $P_2 = P_3$

อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก T_2 ไปเป็น T_3

ปริมาตรเพิ่มขึ้นจาก V_2 ไปเป็น V_3

เอนโทรปีเพิ่มขึ้นจาก $S_2 = S_3$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 2
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 9	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	

กระบวนการจัดครบรอบวัฏจักรซึ่งกายกลับมาอยู่ในสภาวะเดิม

จากรูป ถ้าไม่จัดการขยายตัวแก่สภาวะ 4 โดยปล่อยให้การขยายตัวอย่างสมบูรณ์ถึงสภาวะ 5 แล้วการจะกลับมาที่สภาวะ 1 ได้ก็ต่อเมื่อระบายความร้อนออกไป ณ ความดันคงที่ถึง 5 มา 1 กระบวนการนี้แสดงไว้ในรูปด้วยเส้นประ จากจุด 1 2 3 5 คือวัฏจักรความดันคงที่และเมื่อตัดส่วน 1 4 5 ออกเสียจะได้เป็นวัฏจักรดีเซล

เมื่อจำเอาวัฏจักร 1 2 3 4 มาวิเคราะห์โดยสมมติว่า P_1 , V_1 และ T_1 เป็นตัวที่ทราบค่าแล้ว จะได้ดังนี้

สภาวะ 1 จุดนี้ทราบว่า P_1 , V_1 และ T_1 แล้ว

สภาวะ 2 สมมติว่าทราบอัตราส่วนปริมาตร $\frac{V_1}{V_2}$

$$\text{หา } T_1 \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{V_1^{k-1}}{V_2^{k-1}} = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1} = T_1 (r_v)^{k-1} \dots\dots\dots 1$$

เมื่อ $r_v = \frac{V_1}{V_2}$ อัตราส่วนปริมาตร

และ $P_1 V_1^k = P_2 V_2^k$

$$P_2 = P_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^k = P_1 r_v^k \dots\dots\dots 2$$

สภาวะ 3 เมื่อ $P_3 = P_2$ เพราะว่าความดันคงที่เท่าเดิม

$$\text{หา } T_3 \quad \frac{V_3}{T_3} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$T_3 = T_2 \frac{V_3}{V_2} = \frac{V_3}{V_2} T_1 r_v^{k-1}$$

$$T_3 = \beta T_1 r_v^{k-1} \dots\dots\dots 3$$

เมื่อให้ $\beta = \frac{V_3}{V_2}$ ซึ่งเป็น Cut-off ratio

จากขบวนการการ 3-4 ซึ่งเป็นการขยายตัวแบบอะเดียบาติก

ดังนั้น $T_4 = T_3 \left(\frac{V_3}{V_4} \right)^{k-1}$

$$\left(\frac{V_3}{V_4} \right) = \left(\frac{V_3}{V_1} \right) \text{ เพราะว่า } (V_3 = V_4)$$

$$\left(\frac{V_3}{V_1} \right) = \left(\frac{V_3}{V_1} \right) \left(\frac{V_2}{V_2} \right)$$

$$= \left(\frac{V_3}{V_2} \right) \left(\frac{V_1}{V_2} \right)$$

$$= \beta / r_v$$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 3
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 9	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	
$T_4 = T_3 (\beta/r_v)^{k-1}$ แทนค่า T_3 ลงในสมการ $T_4 = T_1 (\beta)^k$ ประสิทธิภาพทางความร้อน			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 4
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 9	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	

งานสุทธิ $W =$ พื้นที่ใต้เส้น 3-4 ลบ พื้นที่ใต้เส้น 1-2
 $=$ พื้นที่ 1 2 3 4
 $=$ พื้นที่ของแผนภาพ

$$W = \frac{P_3V_3 - P_4V_4}{k - 1} = \frac{P_2V_2 - P_1V_1}{k - 1}$$

$$= \frac{mR}{k - 1} (T_3-T_4)-(T_2-T_1) \dots\dots\dots 7$$

ในกลวัตรนี้ ความร้อนที่ได้รับและคายออก อยู่ในช่วงการปริมาตรคงที่เท่านั้น จึงเรียกว่ากลวัตรปริมาตรคงที่

ความร้อนที่ได้จากกระบวนการ 2-3

$${}_2Q_3 = mc_v (T_3-T_2) \dots\dots\dots 8$$

ความร้อนที่คายออกจากระบวนการ 4-1

$${}_4Q_1 = mc_v (T_4-T_1) \dots\dots\dots 9$$

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

$$W = mc_v (T_3-T_2) - mc_v (T_4-T_1)$$

$$W = mc_v (T_3-T_2) - (T_4-T_1) \dots\dots\dots 10$$

การคำนวณหางานทำได้วิธีหนึ่ง คือ

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

ความร้อนที่ได้รับ - ความร้อนที่คายออก = ความร้อนที่ได้รับ $\times \eta_{th}$

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

$$W = mc_v (T_3-T_2) \times \eta_{th} \dots\dots\dots 11$$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 5
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 9	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	

ประสิทธิภาพทางความร้อนของกลวัตร

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

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

$$\eta_{th} = 1 - \frac{m c_v (T_4 - T_1)}{m c_v (T_3 - T_2)} = \frac{1(u_4 - u_1)}{(u_3 - u_2)}$$

สมมติว่าค่า Cv ของอากาศมีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ ดังนั้น

$$\eta_{th} = 1 - \frac{(T_4 - T_1)}{(T_3 - T_2)} \dots\dots\dots 12$$

แทนค่า T2, T3 และ T4 ในแหลมของ T1 ลงในสมการ จะได้

$$\eta_{th} = 1 - \frac{\left(\frac{P_3}{P_2}\right) T_1 - T_2}{\left(\frac{P_3}{P_2}\right) T_1 r - T_1 r v^{k-1}}$$

$$= 1 - \frac{1}{r v^{k-1}} \dots\dots\dots 13$$

พิจารณากระบวนการอะเดียบาติก 1-2 และ 3-4

$$T_2/T_1 = (V_1/V_2)^k v^{k-1}$$

และ $T_3/T_4 = (V_4/V_3)^k v^{k-1}$

แต่ $V_1/V_2 = V_4/V_3 = r v^{k-1}$

$$T_1/T_2 = T_3/T_4 = r v^{k-1}$$

หรือ $T_1/T_2 = T_4/T_3 = \frac{1^{k-1}}{r v}$

ดังนั้น สมการที่ 5 จะเป็นดังนี้

$$\eta_{th} = 1 - T_1/T_2 \quad \text{หรือ} \quad 1 - T_4/T_3 \dots\dots\dots 14$$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 6
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 9	
	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

- ความดันสูงสุดของวัฏจักร
- งานสุทธิของวัฏจักร
- ประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักร
- ความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักร

วิธีทำ

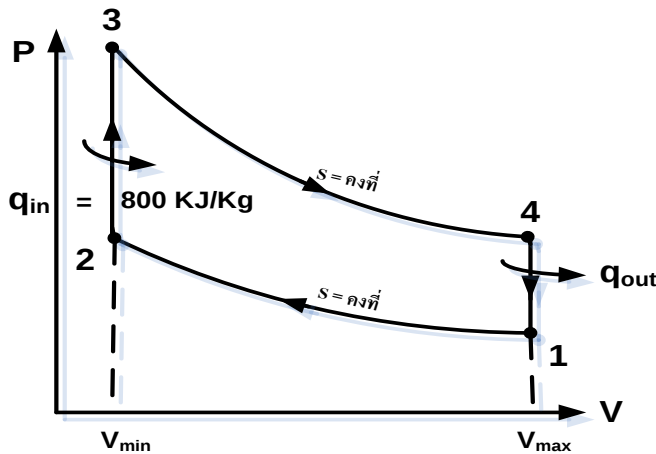
- ความดันสูงสุดของวัฏจักร

กำหนดให้ค่าความจุความร้อนจำเพาะของอากาศที่อุณหภูมิ 300 K

$C_p = 1.0035 \text{ KJ/Kg.K}$, $C_v = 0.7165 \text{ KJ/Kg.K}$

$R = 0.285 \text{ KJ/Kg.K}$ 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

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

ตอบ

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 7
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 9	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	

สำหรับก๊าซอุดมคติ

$$\frac{P_2V_2}{T_2} = \frac{P_1V_1}{P_1}$$

แทนค่า P_2

$$= \left(\frac{V_1}{V_2}\right) \left(\frac{T_2}{T_1}\right) P_1$$
$$= (10) \left(\frac{753.57}{300}\right) (95)$$

$P_2 = 2386.3 \text{ KPa (2.386 MPa)}$

ตอบ

กระบวนการ (2-3) เป็นกระบวนการรับความร้อนภายใต้ปริมาตรคงที่ (V2-V3)

$$Q_{in} = \Delta u = C_{v0} (T_3 - T_2)$$

แทนค่า 800

$$= 0.7165 (T_3 - 753.57)$$
$$T_3 = \left(\frac{800}{0.7165}\right) + 753.57$$

$T_3 = 1870.1 \text{ K}$

ตอบ

สำหรับก๊าซอุดมคติ

$$\frac{P_3V_3}{T_3} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

P_3

$$= \left(\frac{V_2}{V_3}\right) \left(\frac{T_3}{T_2}\right) P_2$$
$$= (1) \left(\frac{1870.1}{753.57}\right) (2386.3)$$

$P_3 = 5922 \text{ KPa (5.922 MPa)}$

ตอบ

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 8
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 7	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	

แบบฝึกหัด

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

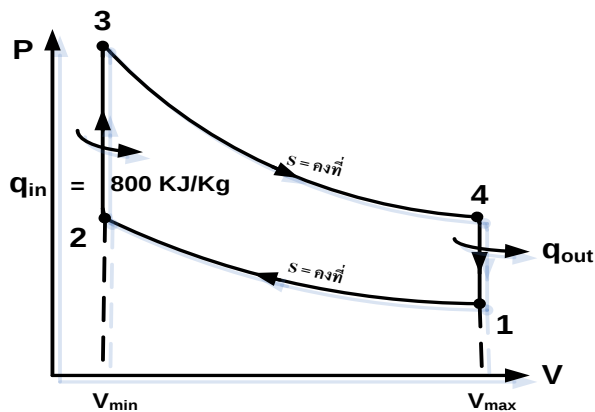
ก. อัตราส่วนการอัดของเครื่องยนต์ออตโตนี้

ข. ความดันสูงสุดต่อความดันต่ำสุดของวัฏจักร

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 9
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 9	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	

เฉลยแบบฝึกหัด

- 2 วัฏจักรออตโตมาตรฐานอากาศทำงานอยู่ระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 1200 ° และ 20 °C กำหนดปริมาณความร้อนป้อนเข้าวัฏจักรเท่ากับ 700 kJ/kg.K ความดันเริ่มต้น 95 kpa จงคำนวณหา
- ก) อัตราส่วนการอัดของเครื่องยนต์ออตโตนี้
- ข) ความดันสูงสุดต่อความดันต่ำสุดของวัฏจักร



แผนภาพ P-V ของวัฏจักรออตโตมาตรฐานอากาศ

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

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

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

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

- ก. อัตราส่วนการอัดของเครื่องยนต์ออตโตนี้

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

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

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

$$r_v = \left[\frac{496.2^{\frac{1}{1.4-1}} \text{ K}}{293.2 \text{ K}} \right]$$

$$r_v = 3.725$$

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

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

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

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

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 10
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 9	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	

ข. ความดันสูงสุดต่อความดันต่ำสุดของวัฏจักร

$$\left[\frac{P_2^{\frac{k-1}{k}}}{P_1} \right] = \left[\frac{V_1^{k-1}}{V_2} \right]$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left[\frac{V_1^{\frac{k-1}{k}}}{V_2} \right]$$

$$P_2 = P_1 \left[\frac{V_1^k}{V_2} \right]$$

$$P_2 = P_1 (rv^k)$$

$$P_2 = 95 \text{ kPa } (3.725^{1.4})$$

$$P_2 = 598.88 \text{ kPa}$$

$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3}$$

$$P_3 = \frac{P_2 T_3}{T_2}$$

$$P_3 = \frac{598.88 \text{ kPa} \times 1473.2 \text{ K}}{496.2 \text{ K}}$$

$$P_3 = 1778.05 \text{ kPa}$$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 11
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 9	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	

แบบทดสอบ

1.เครื่องยนต์เครื่องหนึ่งทำงานตามวัฏจักรออตโต โดยเริ่มอัดอากาศที่ความดัน 103 kpa อุณหภูมิ 37 °C มีอัตราส่วนปริมาตรเท่ากับ 6 : 1 ความร้อนที่ระบบได้รับเท่ากับ 900 kJ/kg จงหา

ก. อุณหภูมิสูงสุด

ข. งานสุทธิ

ค. ประสิทธิภาพทางความร้อน

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 12
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 9	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	

เฉลยแบบทดสอบ

1. เครื่องยนต์เครื่องหนึ่งทำงานตามวัฏจักรออตโตโดยเริ่มอัดอากาศที่ความดัน 103 kpa อุณหภูมิ 37 °C มีอัตราส่วนปริมาตรเท่ากับ 6 : 1 ความร้อนที่ระบบได้รับเท่ากับ 900 kJ/kg จงหา

ก. อุณหภูมิสูงสุด

$$P_1 = 103 \text{ kpa}$$

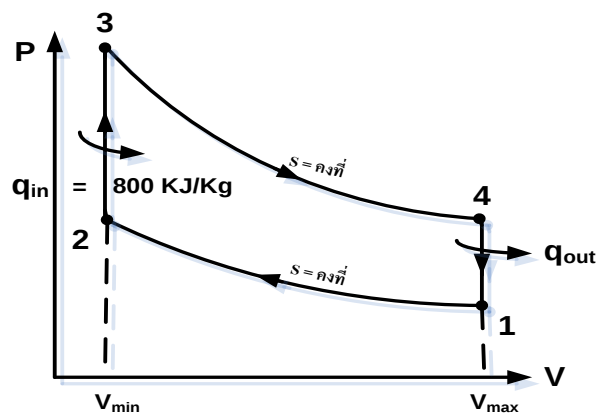
ข. งานสุทธิ

$$T_1 = 37 + 273.2 = 310.2 \text{ K}$$

ค. ประสิทธิภาพทางความร้อน

$$rv = 6$$

$$q_{in} = 900 \text{ kJ/kg}$$



แผนภาพ P-V ของวัฏจักรออตโตมาตรฐานอากาศ

ก. อุณหภูมิสูงสุด

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

$$T_2 = T_1 (rv)^{(k-1)}$$

$$= 310.2 \text{ K} \times (6)^{0.4}$$

$$T_2 = 635.18 \text{ K}$$

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

$$T_3 = \left(\frac{q_{in}}{C_v} \right) + T_2$$

$$= \left(\frac{900 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}}{0.7165 \text{ kg kJ}} \right) + 635.18 \text{ K}$$

$$T_3 = 1891.28 \text{ K}$$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 13
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 9	
	ชื่อหน่วย วัฏจักรออตโต	จำนวน 3 ชั่วโมง	

ข. งานสุทธิ

$$T_4 = T_3 \left(\frac{1}{r_v} \right)^{k-1}$$

$$= 1891.18 \text{ K} \times \left(\frac{1}{6} \right)^{0.4}$$

$$T_4 = 923.62 \text{ K}$$

$$q_{\text{out}} = C_v (T_4 - T_1)$$

$$= 0.7165 \text{ kJ/kg.K} \times (923.62 - 310.2) \text{ K}$$

$$q_{\text{out}} = 439.51 \text{ kJ/kg}$$

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

$$= 900 - 439.51 \text{ kJ/kg}$$

$$W_{\text{net}} = 460.49 \text{ kJ/kg}$$

ค. ประสิทธิภาพทางความร้อน

$$\eta_{\text{th}} = \frac{W_{\text{net}}}{q_{\text{in}}}$$

$$= \frac{460.49 \text{ kJ/kg}}{900 \text{ kJ/kg}}$$

$$\eta_{\text{th}} = 0.51 \text{ หรือ } 51.16 \%$$

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 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	
ด้านอื่นๆ (โปรดระบุเป็นข้อๆ)	

ลงชื่อ ครูผู้สอน

(.....)

ตำแหน่ง

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

