

ลำดับที่ 15
หน่วยที่ 7
เรื่อง
วัฏจักรผสม

**แผนการจัดการเรียนรู้แบบมุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ
และบูรณาการตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
/ ผล 5 มิติ / นโยบาย 3 D และ 11 ดี 11 เก่ง**

รหัสวิชา 3101-2002

วิชา งานสันดาปภายใน

หน่วยที่ 7

ชื่อหน่วย วัฏจักรผสม

ชื่อเรื่อง

จำนวน 3 ชั่วโมง

- 7.1 กระบวนการ 1-2 เป็นกระบวนการอัดแบบ Isentropic
- 7.2 กระบวนการ 2-3 ความร้อนที่ถ่ายเทเข้ากระบอกสูบด้วยกระบวนการปริมาตรคงที่
- 7.3 กระบวนการ 3-4 ความร้อนถ่ายเทเข้ากระบอกสูบด้วยกระบวนการความดันคงที่
- 7.4 กระบวนการ 4-5 เกิดการขยายตัวแบบ Isentropic ให้กำลังดันลูกสูบลง
- 7.5 กระบวนการ 5-1 ความร้อนถ่ายเทออกจากกระบอกสูบ

1. สาระสำคัญ

1. กระบวนการ 1-2 เป็นกระบวนการอัดตัวแบบ Isentropic ซึ่งตรงกับจังหวะอัดของเครื่องยนต์สี่จังหวะ
2. กระบวนการ 2-3 เป็นกระบวนการรับความร้อนภายใต้ปริมาตรคงที่
3. กระบวนการ 3-4 เป็นกระบวนการรับความร้อนภายใต้ความดันคงที่
4. กระบวนการ 4-5 เป็นกระบวนการอัดตัวแบบ Isentropic ซึ่งตรงกับจังหวะกำลังของเครื่องยนต์สี่จังหวะ
5. กระบวนการ 5-1 เป็นกระบวนการถ่ายความร้อนทิ้งภายใต้ปริมาตรคงที่ ซึ่งตรงกับจังหวะคายความร้อนของเครื่องยนต์สี่จังหวะ

2. สมรรถนะประจำหน่วยการเรียนรู้

1. อธิบายความหมายกระบวนการต่างๆ ของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
2. คำนวณหาความร้อนที่ป้อนเข้าระบบของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
3. คำนวณหาความดันสูงสุดของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
4. คำนวณหาอุณหภูมิสูงสุดของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
5. คำนวณหาความร้อนที่คายออกจากกระบอกสูบของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
6. คำนวณหางานสุทธิของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
7. คำนวณหาประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
8. คำนวณหาความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

1. นักศึกษาสามารถอธิบายความหมายกระบวนการต่างๆ ของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
2. นักศึกษาสามารถคำนวณหาความร้อนที่ป้อนเข้าระบบของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
3. นักศึกษาสามารถหาคำนวนหาความดันสูงสุดของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
4. นักศึกษาสามารถหาคำนวนหาอุณหภูมิสูงสุดของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
5. นักศึกษาสามารถหาคำนวนหาความร้อนที่คายออกจากระบบของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
6. นักศึกษาสามารถหาคำนวนหางานสุทธิของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
7. นักศึกษาสามารถหาคำนวนหาประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
8. นักศึกษาสามารถหาคำนวนหาความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถหาคำนวนหาความร้อนที่ป้อนเข้าระบบของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถหาคำนวนหาความดันสูงสุดของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถหาคำนวนหาอุณหภูมิสูงสุดของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
4. สามารถหาคำนวนหาความร้อนที่คายออกจากระบบของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
5. สามารถหาคำนวนหางานสุทธิของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
6. สามารถหาคำนวนหาประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
7. สามารถหาคำนวนหาความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง

4. เนื้อหาสาระการสอน/การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้

- กระบวนการสันดาปภายในของวัฏจักรดีเซล

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
- ความกตัญญูกตเวที : อาสาช่วยเหลือและถือของช่วยครู –อาจารย์

5. กิจกรรมการเรียนรู้หรือการสอนหรือการเรียนรู้

ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของผู้เรียน
<p>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูทบทวนวัฏจักรดีเซล <p>ขั้นการสอน (60 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูวาดแผนภาพและอธิบายความหมาย กระบวนการต่างๆ ของวัฏจักรผสม 2. ครูเขียนสมการของวัฏจักรผสมพร้อมอธิบายความหมาย 3. ครูสาธิตตัวอย่างของวัฏจักรผสมจำนวน 1 ข้อ 4. ครูเปิดโอกาสให้ซักถามข้อสงสัย <p>ขั้นพยายาม(80 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติวาดแผนภาพและเขียนสมการของวัฏจักรผสม 2. ครูให้ทำแบบฝึกหัดที่ 7.1 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 <ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนตั้งใจฟังการบรรยายและจดบันทึกเนื้อหาจากคำบรรยายได้สมบูรณ์ 2. ผู้เรียนตั้งใจฟังการบรรยายและจดบันทึกเนื้อหาจากคำบรรยายได้สมบูรณ์ 3. ผู้เรียนตั้งใจฟังการบรรยายและจดบันทึกเนื้อหาจากคำบรรยายได้สมบูรณ์ 4. ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย <ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนฝึกปฏิบัติวาดแผนภาพและเขียนสมการของวัฏจักรผสม 2. ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ 7.1 จำนวน 1 ข้อ <ol style="list-style-type: none"> 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

- ศึกษานิเทศก์
- 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 เรื่องวัฏจักรผสมมาล่วงหน้า

9. ผลงาน/ชิ้นงาน ที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียน

-

10. เอกสารอ้างอิง

ชนะชัย กสิภาร. เครื่องยนต์สันดาปภายใน. พิมพ์ครั้งที่8, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์มนตรี พิรุณเกษตร.เทอร์โมไดนามิกส์.พิมพ์ครั้งที่2, กรุงเทพฯ:วิทย์พัฒนา
รุ่งสุรีย์ ใจเขื่อนแก้ว.เครื่องยนต์สันดาปภายในและภายนอก. พิมพ์ครั้งที่7, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น
วินิจ นิวาสะบุตร.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

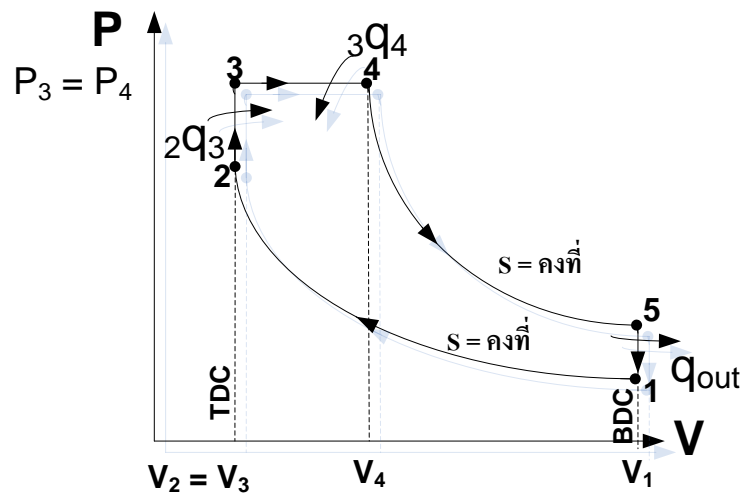
การประเมินผล นำคะแนนที่ได้จากการวัดผลมาประเมิน โดยยึดหลักเกณฑ์การประเมินผลของวิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม ซึ่งกำหนดดังนี้

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 7	หน้าที่ 1
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 15	
	ชื่อหน่วยวัฏจักรผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	


วัฏจักรผสม (dual Combustion Cycle)


วัฏจักรกึ่งดีเซลมีลักษณะผสมของออตโต และดีเซลวิศวกรผู้ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องนี้ขึ้นมาในปี ค.ศ. 1888 คือ Ackroyd และ Stuart โดยพิจารณาเห็นว่าข้อจำกัดประสิทธิภาพในเครื่องเบนซินก็คืออัตราส่วนการอัดและเครื่องดีเซลนั้นคือ อัตราส่วนการอัดและ Cut - off ratio จึงพยายามคิดรวมเอาข้อได้เปรียบเทียบในทั้งสองกรณีเข้าผสมผสานกันปรากฏว่าวัฏจักรดังกล่าวนี้ประสิทธิภาพสูงขึ้นแต่ในทางปฏิบัติเกิดปัญหาในการก่อสร้างและการบำรุงรักษา วัฏจักรนี้นิยมเรียกดีเซลไฮสปีด (High Speed Diesel Cycle เพราะกระบวนการป้อนเชื้อเพลิงให้หัวฉีดความดันสูง วัฏจักรนี้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับวัฏจักรจริงของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัฏจักรดีเซล ทั้งนี้เพราะวัฏจักรจริงของเครื่องยนต์น้ำมันนั้นเชื้อเพลิงจะเผาที่ปริมาตรเกือบคงที่ และการเผาจะดำเนินไปจนถึงช่วงความดันเกือบคงที่





ในวัฏจักรนี้ประกอบด้วยกระบวนการเปลี่ยนแปลง 5 กระบวนการโดยลำดับดังนี้

- กระบวนการ 1-2 เป็นกระบวนการอัด Isentropic
- กระบวนการ 2-3 ความร้อนที่ถ่ายเทเข้ากระบอกสูบด้วยกระบวนการ ปริมาตรคงที่
- กระบวนการ 3-4 ความร้อนถ่ายเทเข้ากระบอกสูบด้วยกระบวนการ ความดันคงที่
- กระบวนการ 4-5 เกิดการขยายตัวแบบ Isentropic ให้กำลังดันลูกสูบลง
- กระบวนการ 5-1 ความร้อนถ่ายเทออกจากกระบอกสูบ

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 2
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 15	
	ชื่อหน่วยปฏิบัติการผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>กระบวนการ 1-2 สมมติว่าทราบค่าอัตราส่วนปริมาตร $\frac{V_1}{V_2}$ แล้ว</p> $\frac{T_1}{T_2} = \frac{V_1^{k-1}}{V_2}$ $T_2 = T_1 \frac{V_1^{k-1}}{V_2} = T_1 (r_v^{k-1}) \dots\dots\dots 1$ <p>เมื่อ $r_v = \frac{V_1}{V_2}$ อัตราส่วนปริมาตร</p> $\frac{P_2^{\frac{k-1}{k}}}{P_1} = \frac{V_1^{k-1}}{V_2}$ $P_2 = P_1 \frac{V_1^k}{V_2} = P_1 (r_v^k) \dots\dots\dots 2$ <p>กระบวนการ 2-3 เนื่องจาก $V_2 = V_3$ ปริมาตรคงที่</p> $\frac{P_3}{T_3} = \frac{P_2}{T_2}$ $P_3 = \frac{P_2 T_3}{T_2}, T_3 = \frac{P_3 T_2}{P_2} \dots\dots\dots 3$ <p>กระบวนการที่ 3-4 เนื่องจาก $P_3 = P_4$ เพราะว่าการความดันคงที่</p> $\frac{V_4}{T_4} = \frac{V_3}{T_3} \text{ แล้ว } r_c = \frac{V_4}{V_3} = \frac{T_4}{T_3}$ $T_4 = \frac{V_4 T_3}{V_3} = (r_c) T_3 \dots\dots\dots 4$			

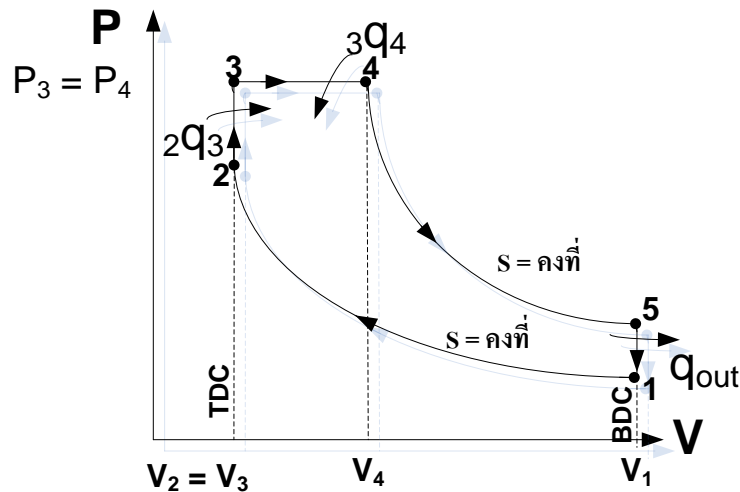
	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 3
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 15	
	ชื่อหน่วยวัฏจักรผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>กระบวนการ 4-5 เป็นการขยายตัวแบบ Isentropic (S=C)</p> $\frac{T_5}{T_4} = \left(\frac{V_4}{V_5}\right)^{k-1} = \left(\frac{V_4}{V_3} \times \frac{V_3}{V_4}\right)^{k-1} = \left(\frac{rc}{rv}\right)^{k-1}$ $T_5 = T_4 \left(\frac{rc}{rv}\right)^{k-1} \dots\dots\dots 5$ <p>กระบวนการ 5-1 ความร้อนถ่ายเทออกจากระบบปริมาตรคงที่</p> $\frac{P_5}{T_5} = \frac{P_1}{T_1}$ $P_5 = \frac{T_5 P_1}{T_1} \dots\dots\dots 6$ <p>ความร้อนที่ได้จากกระบวนการ 2-3 เป็นกระบวนการรับความร้อนภายใต้ปริมาตรคงที่</p> $q_{in23} = c_v (T_3 - T_2) \dots\dots\dots 7$ <p>ความร้อนที่ได้จากกระบวนการ 3-4 เป็นกระบวนการรับความร้อนภายใต้ความดันคงที่</p> $q_{in34} = c_p (T_4 - T_3) \dots\dots\dots 8$ <p>ความร้อนที่ได้จากกระบวนการทั้งหมด</p> $q_{in23} = c_v (T_3 - T_2) + q_{in34} = c_p (T_4 - T_3) \dots\dots\dots 9$ <p>ความร้อนที่ถ่ายออกจากกระบวนการ 5-1 เป็นกระบวนการถ่ายความร้อนทิ้งภายใต้ปริมาตรคงที่</p> $q_{out51} = C_v(T_5 - T_1) \dots\dots\dots 10$			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 4
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 15	
	ชื่อหน่วยวัฏจักรผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>งานสุทธิใน 1 วัฏจักร</p> $W_{net} = q_{in23} + q_{in34} - q_{out51} \dots\dots\dots 11$ <p>การหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักร</p> $\eta_{th} = \frac{W_{net}}{q_{in}} \dots\dots\dots 12$ $\eta_{th} = 1 - \frac{q_{out}}{q_{in}} \dots\dots\dots 13$ <p>ความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักร</p> $mep = \frac{W_{net}}{V_1 - V_2} \dots\dots\dots 14$ <p>ในที่นี้กำหนดให้อัตราส่วนการอัด $r_v = \frac{V_1}{V_2}$ อัตราส่วนคัตออฟ $r_c = \frac{V_4}{V_3}$ และอัตราส่วนความดัน $r_p = \frac{P_3}{P_2}$</p> <p>อัตราส่วนความดัน</p> $\frac{T_3}{T_2} = \frac{P_3}{P_2} = r_p \dots\dots\dots 15$ <p>อัตราส่วนคัตออฟ</p> $\frac{T_4}{T_3} = \frac{V_4}{V_3} = r_c \dots\dots\dots 16$			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 5
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 15	
	ชื่อหน่วยปฏิบัติการผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	

ตัวอย่าง เครื่องแบบลูกสูบชักเครื่องหนึ่งรับอากาศเข้าที่ 95 kpa ,26.8 °C ให้ความดันสูงสุดเท่ากับ 8.0 Mpa มีอัตราส่วนการอัดเท่ากับ 18:1 จงคำนวณหาประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักรผสมมาตรฐานอากาศ ทั้งนี้ สมมติให้ปริมาณความร้อนที่อากาศได้รับภายใต้ปริมาตรคงที่เท่ากับปริมาณความร้อนที่อากาศได้รับภายใต้ความดันคงที่

วิธีทำ กำหนดค่าความจุความร้อนจำเพาะของอากาศในวัฏจักรผสมมีค่าคงที่และใช้ค่าที่ 300 K



$P_1 = 95 \text{ kpa}, P_3=P_4 = 8 \text{ Mpa}, T_1 = 300 \text{ K}, r_v = 18, C_p = 1.0035 \text{ kJ/kg.K}, C_v = 0.7165 \text{ kJ/kg.K}$


กระบวนการ 1-2 เป็นกระบวนการอัดตัวแบบไอเซนทรอปิก

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

$$T_2 = 300 \text{ K} (18)^{0.4}$$

$$T_2 = 953.30 \text{ K} - 273.2$$

$$T_2 = 680.1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 6
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 15	
	ชื่อหน่วยปฏิบัติการผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	

กระบวนการ 2-3 เป็นการรับความร้อนภายใต้ปริมาตรคงที่ ($V_2 = V_3$)

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3}$$

$$T_3 = \left(\frac{P_3}{P_2} \right) T_2$$

$$= \left(\frac{8000 \text{ kpa}}{5433.81 \text{ kpa}} \right) (953.3) \text{ K}$$

$$T_3 = 1403.5 \text{ K} - 273.2$$

$$T_3 = 1130.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

กระบวนการ 3-4 เป็นการรับความร้อนภายใต้ความดันคงที่ ($P_3 = P_4$)

$$Q_{in23} = q_{in34}$$


$$C_V (T_3 - T_2) = C_P (T_4 - T_3)$$


$$T_4 = \frac{C_V (T_3 - T_2) + T_3}{C_P}$$


$$T_4 = \frac{0.7165 \text{ kJ/kg.k} (1403.5 - 953.3) \text{ K} + 1403.5 \text{ K}}{1.0035 \text{ kJ/kg.k}}$$


$$T_4 = 1720.04 \text{ K} - 273.2$$

$$T_4 = 1446.84 \text{ } ^\circ\text{C}$$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 7
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 15	
	ชื่อหน่วยปฏิบัติการผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>อัตราส่วนคัตออฟ</p> $r_c = \frac{V_4}{V_3} = \frac{T_4}{T_3}$ $= \frac{1724.9 \text{ K}}{1403.5 \text{ K}}$ $r_c = 1.229$ <p>กระบวนการ 4-5 เป็นการขยายตัวแบบไอเซนทรอปิก</p> $T_5 = T_4 \left(\frac{r_c}{r_v} \right)^{k-1}$ $= 1724.9 \text{ K} \left(\frac{1.229}{18} \right)^{k-1}$ $T_5 = 589.5 \text{ K}$ <p>ความร้อนที่ได้รับ</p> $q_{in} = q_{in23} + q_{in34}$ $= 2C_v(T_3 - T_2)$ $= 2(0.7165 \text{ kJ/kg.K})(1403.5 - 953.3 \text{ K})$ $q_{in} = 645.14 \text{ kJ/kg}$			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 8
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 15	
	ชื่อหน่วยปฏิบัติการผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>ความร้อนที่ถ่ายทิ้ง</p> $q_{\text{out}} = C_v(T_5 - T_1)$ $= 0.7165 \text{ kJ/kg.K} (589.5 - 300 \text{ K})$ $q_{\text{out}} = 207.43 \text{ kJ/kg}$ <p>งานสุทธิของวัฏจักร</p> $W_{\text{net}} = q_{\text{in}} - q_{\text{out}}$ $= 645.14 - 207.43 \text{ kJ/kg}$ $W_{\text{net}} = 437.71 \text{ kJ/kg}$ <p>ประสิทธิภาพทางความร้อน</p> $\eta_{\text{th}} = \frac{W_{\text{net}}}{q_{\text{in}}}$ $= \frac{437.71 \text{ kJ/kg}}{645.14 \text{ kJ/kg}}$ $\eta_{\text{th}} = 0.68 (68\%)$			

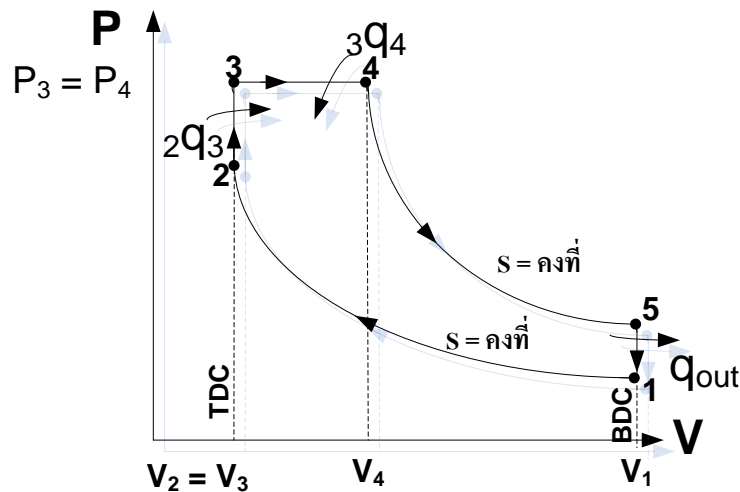
	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 9
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 15	
	ชื่อหน่วยวัฏจักรผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	
แบบฝึกหัด			
<p>1. วัฏจักรดีเซลมีอุณหภูมิสูงสุด 1800 °C ความดันสูงสุด 8.0 MPa มีอัตราส่วนการอัด 18:1 เริ่มต้นทำงานที่อุณหภูมิ 27 °C และความดัน 95 kPa จงคำนวณหา</p> <p>ก. จงวาดแผนภาพวัฏจักรผสม</p> <p>ข. งานสุทธิของวัฏจักร</p> <p>ค. ประสิทธิภาพทางความร้อน</p> <p>ง. ความดันยังผลเฉลี่ย</p>			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 10
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 15	
	ชื่อหน่วยวัฏจักรผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	

เฉลยแบบฝึกหัด

1. วัฏจักรดีเซลมีอุณหภูมิสูงสุด 1800 °C ความดันสูงสุด 8.0 MPa มีอัตราส่วนการอัด 18:1 เริ่มต้นทำงานที่อุณหภูมิ 27 °C และความดัน 95 kPa จงคำนวณหา
 - ก. จงวาดแผนภาพวัฏจักรผสม
 - ข. งานสุทธิของวัฏจักร
 - ค. ประสิทธิภาพทางความร้อน
 - ง. ความดันยังผลเฉลี่ย

$T_4 = 1800 + 273.2 = 2073.2 \text{ K}$, $P_4 = 8.0 \text{ MPa}$, $r_v = 18$, $T_1 = 27 + 273.2 = 300.2 \text{ K}$, $P_1 = 95 \text{ kPa}$



กระบวนการ (1-2) เป็นกระบวนการอัดตัวแบบไอเซนทรอปิก


$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_1^{k-1}}{V_2} \right) = \left(\frac{P_2^{\frac{k-1}{k}}}{P_1} \right)$$


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


$$= 300.2 \text{ K} (18)^{0.4}$$


$$= 953.93 \text{ K} - 273 = 680.7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

ตอบ

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 11
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 15	
	ชื่อหน่วยปฏิบัติการผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	
$\frac{P_2}{P_1} = r_v^k$ $P_2 = P_1(r_v)^k$ $= 95 \text{ kpa } (18)^{1.4}$ $= 5433.81 \text{ kPa หรือ } 5.433 \text{ Mpa} \quad \text{ตอบ}$ <p>กระบวนการ (2-3) เป็นกระบวนการรับความร้อนภายใต้ปริมาตรคงที่</p> $\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3}$ $T_3 = \frac{P_3 T_2}{P_2}$ $T_3 = \frac{8.0 \times 10^3 \text{ kpa} \times 953.93 \text{ K}}{5433.81 \text{ KPa}}$ $T_3 = 1404.43 \text{ K} - 273.2$ $T_3 = 1131.23 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{ตอบ}$ $q_{in} = C_v (T_3 - T_2)$ $= 0.7165 \text{ kJ/kg.K } (1404.43 - 953.93) \text{ K}$ $= 322.78 \text{ kJ/kg} \quad \text{ตอบ}$			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 12
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 15	
	ชื่อหน่วยวัฏจักรดีเซล	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>กระบวนการ (3-4) เป็นกระบวนการรับความร้อนภายใต้ความดันที่</p> $q_{in} = C_p (T_4 - T_3)$ $= 1.0035 \text{ kJ/kg.K} (2073.2 - 1404.43) \text{ K}$ $= 671.11 \text{ kJ/kg} \quad \text{ตอบ}$			
<p>กระบวนการ (4-5)</p> $r_c = \frac{V_4}{V_3} = \frac{T_4}{T_3}$ $= \frac{T_4}{T_3}$ $= \frac{2073.2 \text{ K}}{1404.43 \text{ K}}$ $r_c = 1.476$ $T_5 = T_4 \left(\frac{r_c^{k-1}}{r_v} \right)$ $= 1906.4 \text{ K} \left(\frac{1.476^{0.4}}{18} \right)$ $= 762.37 \text{ K} - 273$ $= 489.17 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{ตอบ}$			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 13
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 15	
	ชื่อหน่วยปฏิบัติการดีเซล	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>กระบวนการ (5-1) เป็นกระบวนการถ่ายความร้อนที่คงปริมาตรคงที่</p> $q_{out} = C_v(T_5 - T_1)$ $= 0.7165 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} (762.37 - 300.2) \text{ K}$ $= 331.144 \text{ kJ/kg} \quad \text{ตอบ}$ <p>งานสุทธิของวัฏจักร</p> $W_{net} = q_{in23} + q_{in34} - q_{out}$ $= 322.78 + 671.11 \text{ kJ/kg}$ $q_{in} = 993.89 \text{ kJ/kg}$ $W_{net} = 993.89 - 331.144 \text{ kJ/kg}$ $= 662.746 \text{ kJ/kg} \quad \text{ตอบ}$ <p>ประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักร</p> $\eta_{th, Otto} = \frac{W_{net}}{q_{in}}$ $= \frac{662.746 \text{ kJ/kg}}{993.89 \text{ kJ/kg}}$ $= 0.666 \text{ (66.6 \%)} \quad \text{ตอบ}$			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 14
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 15	
	ชื่อหน่วยวัฏจักรดีเซล	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>ความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักร</p> $V_1 = \frac{RT_1}{P_1}$ $= \frac{\left(0.287 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}\right) (300.2 \text{ K})}{95 \text{ kPa}} = 0.906 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ ตอบ}$ $V_2 = \frac{V_1}{r_v}$ $= \frac{0.906 \text{ m}^3/\text{kg}}{18} = 0.0503 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ ตอบ}$ $mep = \frac{W_{\text{net}}}{V_1 - V_2}$ $= \frac{662.746 \text{ kJ/kg}}{0.906 - 0.0503 \text{ m}^3/\text{kg}}$ $= 774.507 \text{ kPa} \quad \text{ตอบ}$			

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 กิดสังเคราะห์ กิดสร้างสรรค์)					
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					
รวม					

2 = ควรปรับปรุง	1 = ไม่มีการปฏิบัติ	ค่าเฉลี่ย	
-----------------	---------------------	-----------	--

บันทึกหลังสอนปัญหา และแนวทางแก้ปัญหา

ปัญหาที่พบ	แนวทางแก้ปัญหา
ด้านการเตรียมการสอน
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ด้านสื่อ นวัตกรรม แหล่งการเรียนรู้
ด้านการวัดและประเมินผล
ด้านอื่นๆ (โปรดระบุเป็นข้อๆ)

ลงชื่อครูผู้สอน

(.....)

ตำแหน่ง

