

สัปดาห์ที่ 18  
หน่วยที่ 7  
เรื่อง  
วัฏจักรผสม (ต่อ)

**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 ให้กำลังคั่นลูกสูบลง
- 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. สามารถคำนวณหาความร้อนที่ป้อนเข้าระบบของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถคำนวณหาความดันสูงสุดของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถคำนวณหาอุณหภูมิสูงสุดของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
4. สามารถคำนวณหาความร้อนที่คายออกจากระบบของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
5. สามารถคำนวณหางานสุทธิของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
6. สามารถคำนวณหาประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
7. สามารถคำนวณหาความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง

## 4. เนื้อหาสาระการสอน/การเรียนรู้

### 4.1 ด้านความรู้

- กระบวนการสันดาปภายในของวัฏจักรผสม

### 4.2 ด้านทักษะหรือปฏิบัติ

- การคำนวณค่างานสุทธิ, 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. กิจกรรมการเรียนรู้การสอนหรือการเรียนรู้

ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของผู้เรียน
<p><b>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูทบทวนวัฏจักรผสมที่สอนในสัปดาห์ที่แล้ว</li> </ol> <p><b>ขั้นการสอน (60 นาที)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูวาดแผนภาพและอธิบายความหมาย กระบวนการต่างๆ ของวัฏจักรผสม</li> <li>2. ครูทบทวนสมการของวัฏจักรผสมพร้อมอธิบายความหมาย</li> <li>3. ครูเปิดโอกาสให้ซักถามข้อสงสัย</li> </ol> <p><b>ขั้นพยายาม(80 นาที)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติวาดแผนภาพและเขียนสมการของวัฏจักรผสม</li> <li>2. ครูให้ทำแบบทดสอบ 1 ข้อ</li> </ol> <p><b>ขั้นสรุป ( 30 นาที )</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูให้ส่งแบบทดสอบ</li> <li>2. ครูเฉลยแบบทดสอบ</li> <li>3. ครูสรุปเนื้อหาเพิ่มเติม</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้เรียนทั้งชั้น แสดงความคิดเห็นตามหัวข้อที่ครูซักถาม</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้เรียนตั้งใจฟังการบรรยายและจดบันทึกเนื้อหาจากคำบรรยายใส่สมุด</li> <li>2. ผู้เรียนตั้งใจฟังการบรรยายและจดบันทึกเนื้อหาจากคำบรรยายใส่สมุด</li> <li>3. ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้เรียนฝึกปฏิบัติวาดแผนภาพและเขียนสมการของวัฏจักรผสม</li> <li>2. ผู้เรียนทำแบบทดสอบ1 ข้อ</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้เรียนนำแบบทดสอบส่ง</li> <li>2. ผู้เรียนทราบเฉลย</li> <li>3. ผู้เรียนทั้งหมดตั้งใจฟัง</li> </ol>

## 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 เรื่องวัฏจักรผสมมาล่วงหน้า

## 9. ผลงาน/ชิ้นงาน ที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียน

-

## 10. เอกสารอ้างอิง

ชนะชัย กสิภาร. เครื่องยนต์สันดาปภายใน. พิมพ์ครั้งที่8, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์  
มนตรี พิรุณเกษตร.เทอร์โมไดนามิกส์.พิมพ์ครั้งที่2, กรุงเทพฯ:วิทย์พัฒนา  
รุ่งสุรีย์ ใจเขียนแก้ว.เครื่องยนต์สันดาปภายในและภายนอก. พิมพ์ครั้งที่7, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น  
วินิจ นีวาสะบุตร.การวิเคราะห์การสันดาป. พิมพ์ครั้งที่7, กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์เจริญธรรม,2527  
ศรีธรรมรงค์ คู่ทองคำ. 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
- ความมีระเบียบวินัย ร้อยละ 5
- ความรับผิดชอบ ร้อยละ 5
- ความซื่อสัตย์ ร้อยละ 5

การประเมินผล นำคะแนนที่ได้จากการวัดผลมาประเมิน โดยยึดหลักเกณฑ์การประเมินผลของวิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม ซึ่งกำหนดดังนี้

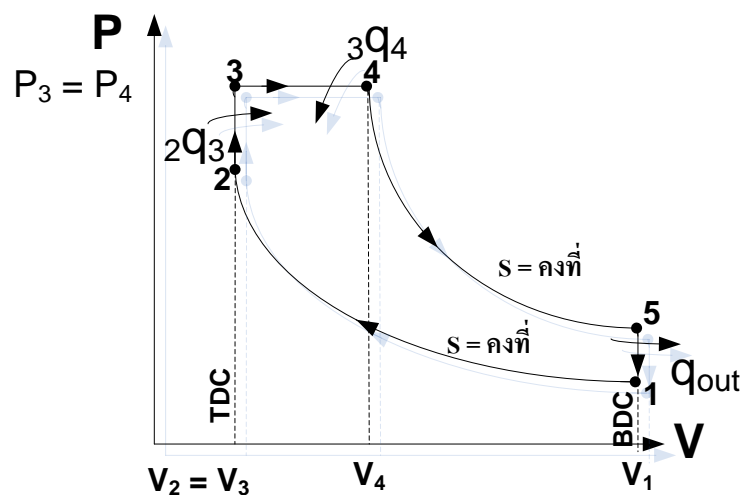
อัตราคะแนน	ระดับคะแนน
80 – 100	4.0
75 – 79	3.5
70 – 74	3.0
65 – 69	2.5
60 – 64	2.0
55 – 59	1.5
50 – 54	1.0
0 – 49	0



	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 1
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยวิจัยกรม	จำนวน 3 ชั่วโมง	


### วัฏจักรผสม (dual Combustion Cycle)


วัฏจักรกึ่งดีเซลมีลักษณะผสมของออตโต และดีเซลวิศวกรผู้ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องนี้ขึ้นมาในปี ค.ศ. 1888 คือ Ackroyd และ Stuart โดยพิจารณาเห็นว่าข้อจำกัดประสิทธิภาพในเครื่องเบนซินก็คืออัตราส่วนการวัด และเครื่องดีเซลนั้นคือ อัตราส่วนการอัดและ Cut - off ratio จึงพยายามคิดรวมเอาข้อได้เปรียบเทียบในทั้งสองกรณีเข้าผสมผสานกันปรากฏว่าวัฏจักรดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูงขึ้นแต่ในทางปฏิบัติเกิดปัญหาในการก่อสร้าง และการบำรุงรักษา 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

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 2
	วิชางานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยปฏิบัติการผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>กระบวนการ 1-2 สมมติว่าทราบค่าอัตราส่วนปริมาตร <math>\frac{V_1}{V_2}</math> 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 <math>r_v = \frac{V_1}{V_2}</math> 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 <math>V_2 = V_3</math> 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 <math>P_3 = P_4</math> เพราะว่าการดันคงที่</p> $\frac{V_4}{T_4} = \frac{V_3}{T_3} \text{ แล้ว } r_c = \frac{V_4}{V_3} = \frac{T_4}{T_3}$ $T_4 = \frac{V_4 T_3}{V_3} = (r_c) T_3 \dots\dots\dots 4$			

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 3
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยปฏิบัติการผสม	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 เป็นกระบวนการถ่ายความร้อนที่ภายใต้ปริมาตรคงที่</p> $q_{out51} = C_v(T_5 - T_1) \dots\dots\dots 10$			

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 4
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยวัฏจักรผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	

งานสุทธิใน 1 วัฏจักร

$$W_{net} = q_{in23} + q_{in34} - q_{out51} \dots\dots\dots 11$$

การหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักร

$$\eta_{th} = \frac{W_{net}}{q_{in}} \dots\dots\dots 12$$

$$\eta_{th} = 1 - \frac{q_{out}}{q_{in}} \dots\dots\dots 13$$

ความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักร

$$mep = \frac{W_{net}}{V_1 - V_2} \dots\dots\dots 14$$


ในที่นี้กำหนดให้อัตราส่วนการอัด  $r_v = \frac{V_1}{V_2}$  อัตราส่วนคัตออฟ  $r_c = \frac{V_4}{V_3}$  และอัตราส่วนความดัน  $r_p = \frac{P_3}{P_2}$


อัตราส่วนความดัน

$$\frac{T_3}{T_2} = \frac{P_3}{P_2} = r_p \dots\dots\dots 15$$

อัตราส่วนคัตออฟ

$$\frac{T_4}{T_3} = \frac{V_4}{V_3} = r_c \dots\dots\dots 16$$

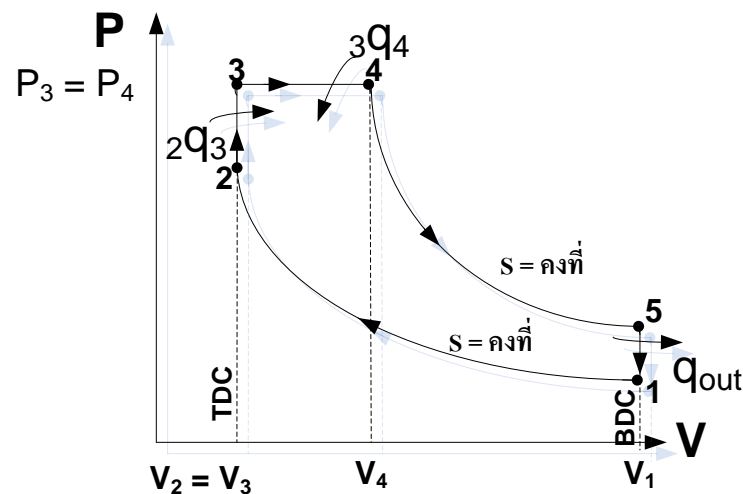
	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 5
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยวัฏจักรผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<b>แบบทดสอบ</b>			
<p>1. วัฏจักรผสมใช้อากาศเป็นของไหลทำงาน ในวัฏจักรมีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ <math>2000\text{ }^{\circ}\text{C}</math> และความดันสูงสุดเท่ากับ <math>8.0\text{ MPa}</math> กำหนดอัตราส่วนการอัดเท่ากับ 18:1 ที่จุดเริ่มการอัดนั้นอากาศอยู่ที่ <math>30\text{ }^{\circ}\text{C}</math> และ <math>95\text{ kPa}</math> จงคำนวณหา</p> <p>ก) ประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักร</p> <p>ข) ความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักร</p>			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 5
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยปฏิบัติการผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	

### เฉลยแบบทดสอบ

1. วัฏจักรผสมใช้อากาศเป็นของไหลทำงาน ในวัฏจักรมีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ  $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$  และความดันสูงสุดเท่ากับ  $8.0\text{ MPa}$  กำหนดอัตราส่วนการอัดเท่ากับ  $18:1$  ที่จุดเริ่มการอัดนั้นอากาศอยู่ที่  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  และ  $95\text{ kPa}$  จงคำนวณหา

- ประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักร
- ความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักร



$$T_4 = 2000 + 273.2 = 2273.2\text{ K} \quad P_4 = P_3 = 8.0\text{ MPa} \quad r_v = 18 \quad T_1 = 30 + 273.2 = 303.2\text{ K}$$

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

วิธีทำ จากสูตร


$$\text{หา } T_2 = \frac{T_2}{T_1} = (r_v)^{k-1}$$


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

$$= 303.2\text{ K} (18)^{0.4}$$


$$T_2 = 963.470\text{ K}$$

$$= 690.27\text{ }^{\circ}\text{C}$$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 6
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยปฏิบัติการผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p> <math display="block">\text{ท1 } P_2 = (r_v)^{k-1} \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}}</math> <math display="block">P_2 = P_1 (r_v)^k</math> <math display="block">= 95 \text{ kpa} (18)^{1.4}</math> <math display="block">P_2 = 5433.818 \text{ kpa}</math> </p> <p> <math display="block">\text{ท1 } T_3 = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3}</math> <math display="block">T_3 = \frac{P_3 T_2}{P_2}</math> <math display="block">T_3 = \frac{8 \times 10^3 \text{ kpa} \times 963.470 \text{ K}}{5433.818 \text{ kpa}}</math> <math display="block">T_3 = 1418.479 \text{ K}</math> <math display="block">= 1145.279 \text{ } ^\circ\text{C}</math> </p> <p> <math display="block">\text{ท1 } q_{23} = C_v (T_3 - T_2)</math> <math display="block">= 0.7165 \text{ kJ/kg.K} (1418.479 - 963.470) \text{ K}</math> <math display="block">q_{23} = 326.013 \text{ kJ/kg}</math> </p> <p> <math display="block">\text{ท1 } r_c = \frac{T_4}{T_3}</math> <math display="block">= \frac{2273.2 \text{ K}}{1418.479 \text{ K}}</math> <math display="block">r_c = 1.6</math> </p> <p> <math display="block">\text{ท1 } T_5 = T_4 \left( \frac{r_c}{r_v} \right)^{k-1}</math> <math display="block">= 2273.2 \text{ K} \left( \frac{1.6}{18} \right)^{0.4}</math> <math display="block">T_5 = 863.329 \text{ K}</math> </p>			

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 7
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยปฏิบัติการผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	
$\text{หา } T_5 = T_4 \left( \frac{r_c}{r_v} \right)^{k-1}$ $= 2273.2\text{K} \left( \frac{1.6}{18} \right)^{0.4}$ $T_5 = 863.329 \text{ K} - 273.2$ $= 590.129 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\text{หา } q_{34} = C_p (T_4 - T_3)$ $= 1.0035\text{kJ/kg.K} (2273.2 - 1418.479)\text{K}$ $q_{34} = 857.712\text{kJ/kg}$ $\text{หา } Q_{in} \text{ (ทั้งหมด)}$ $= 326.013 + 857.712 \text{ kJ/kg}$ $= 1183.725 \text{ kJ/kg}$ $\text{หา } Q_{out} = C_v (T_5 - T_1)$ $= 0.7165\text{kJ/kg.K} (863.329 - 303.2)\text{K}$ $= 401.332\text{kJ/kg}$ $W_{net} = Q_{in} - Q_{out}$ $= 1183.725 - 401.332 \text{ kJ/kg}$ $= 782.393\text{kJ/kg}$ $\text{หา } \eta_{th} = \frac{W_{net}}{Q_{in}}$ $= \frac{728.393\text{kJ kg}}{1183.725\text{kJ kg}}$ $= 0.660 \text{ หรือ } 66 \%$			



	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 8
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยปฏิบัติการผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p> <math display="block">P_v = mRT</math> </p> <p>           หา <math>V_1 = \frac{RT_1}{P_1}</math>  <math display="block">= \frac{0.287 \text{ kJ/kg.K}(303.2) \text{ K}}{95 \text{ kpa}}</math>  <math display="block">= 0.9 \text{ m}^3/\text{kg}</math> </p> <p>           หา <math>V_2 = \frac{V_1}{r_v}</math>  <math display="block">= \frac{0.9}{18 \text{ m}^3/\text{kg}}</math>  <math display="block">= 0.05 \text{ m}^3/\text{kg}</math> </p> <p>           หา <math>m_{ep} = \frac{W_{net}}{V_1 - V_2}</math>  <math display="block">= \frac{782.393 \text{ kJ/kg}}{(0.9 - 0.05) \text{ m}^3/\text{kg}}</math>  <math display="block">= 904.500 \text{ kpa}</math> </p>			

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

รายการ	ระดับการปฏิบัติ				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านการเตรียมการสอน</b>					
1. จัดหน่วยการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้					
2. กำหนดเกณฑ์การประเมินครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านจิตพิสัย					
3. เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ สื่อ นวัตกรรม กิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนเข้าสอน					
<b>ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b>					
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					
<b>ด้านสื่อ นวัตกรรม แหล่งการเรียนรู้</b>					
16. ใช้สื่อที่เหมาะสมกับกิจกรรมและศักยภาพของผู้เรียน					
17. ใช้สื่อ แหล่งการเรียนรู้อย่างหลากหลาย เช่น บุคคล สถานที่ ของจริง เอกสาร สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และอินเทอร์เน็ต เป็นต้น					
<b>ด้านการวัดและประเมินผล</b>					
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				

### บันทึกหลังสอนปัญหา และแนวทางแก้ปัญหา

ปัญหาที่พบ	แนวทางแก้ปัญหา
<b>ด้านการเตรียมการสอน</b> ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....
<b>ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b> ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....
<b>ด้านสื่อ นวัตกรรม แหล่งการเรียนรู้</b> ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....
<b>ด้านการวัดและประเมินผล</b> ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... .....
<b>ด้านอื่นๆ (โปรดระบุเป็นข้อๆ)</b> ..... ..... .....	..... ..... .....

ลงชื่อ .....ครูผู้สอน  
(.....)

ตำแหน่ง .....  
...../...../.....

