

ลำดับที่ 16  
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 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. สามารถคำนวณหาความร้อนที่ป้อนเข้าระบบของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถคำนวณหาความดันสูงสุดของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถคำนวณหาอุณหภูมิสูงสุดของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
4. สามารถคำนวณหาความร้อนที่คายออกจากระบบของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
5. สามารถคำนวณหางานสุทธิของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
6. สามารถคำนวณหาประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง
7. สามารถคำนวณหาความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักรผสมได้อย่างถูกต้อง

## 4. เนื้อหาสาระการสอน/การเรียนรู้

### 4.1 ด้านความรู้

- กระบวนการสันดาปภายในของวัฏจักรผสม

### 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><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. ครูเขียนสมการของวัฏจักรผสมพร้อมอธิบายความหมาย</li> <li>3. ครูสาธิตตัวอย่างที่ 7.2 ของวัฏจักรผสมจำนวน 1 ข้อ</li> <li>4. ครูเปิดโอกาสให้ซักถามข้อสงสัย</li> </ol> <p><b>ขั้นพยายาม(80 นาที)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติวาดแผนภาพและเขียนสมการของวัฏจักรผสม</li> <li>2. ครูให้ทำแบบฝึกหัดที่ 7.2 จำนวน 1 ข้อ</li> </ol> <p><b>ขั้นสรุป (30 นาที)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูให้ส่งฝึกหัด</li> <li>2. ครูเฉลยแบบฝึกหัด</li> <li>3. ครูสรุปเนื้อหาเพิ่มเติม</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้เรียนทั้งชั้น แสดงความคิดเห็นตามหัวข้อที่ครูซักถาม</li> <li>1. ผู้เรียนตั้งใจฟังการบรรยายและจดบันทึกเนื้อหาจากคำบรรยายได้สมุด</li> <li>2. ผู้เรียนตั้งใจฟังการบรรยายและจดบันทึกเนื้อหาจากคำบรรยายได้สมุด</li> <li>3. ผู้เรียนตั้งใจฟังการบรรยายและจดบันทึกเนื้อหาจากคำบรรยายได้สมุด</li> <li>4. ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย</li> <li>1. ผู้เรียนฝึกปฏิบัติวาดแผนภาพและเขียนสมการของวัฏจักรผสม</li> <li>2. ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ 7.2 จำนวน 1 ข้อ</li> <li>1. ผู้เรียนนำแบบฝึกหัดมาส่ง</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

- 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 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

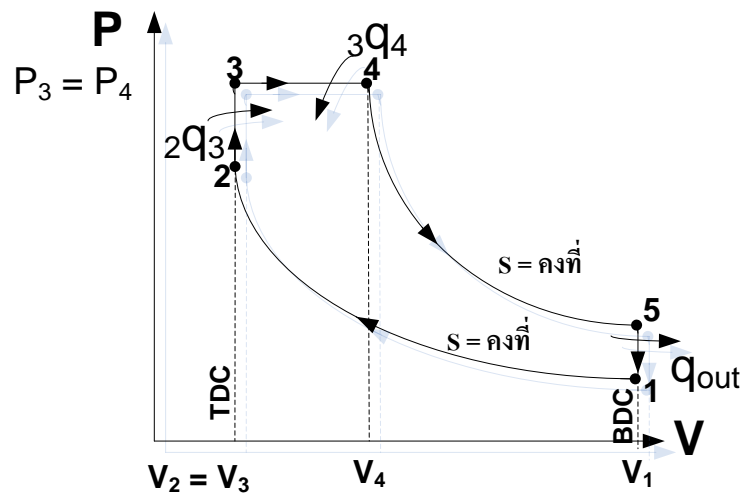
อัตราคะแนน	ระดับคะแนน
80 – 100	4.0
75 – 79	3.5
70 – 74	3.0
65 – 69	2.5
60 – 64	2.0
55 – 59	1.5
50 – 54	1.0
0 – 49	0



	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 1
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยวัฏจักรผสม	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
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	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> เพราะว่าการความดันคงที่</p> $\frac{V_4}{T_4} = \frac{V_3}{T_3} \text{ แล้ว } r_c = \frac{V_4}{V_3} = \frac{T_4}{T_3}$ $T_4 = \frac{V_4 T_3}{V_3} = (r_c) T_3 \dots\dots\dots 4$			

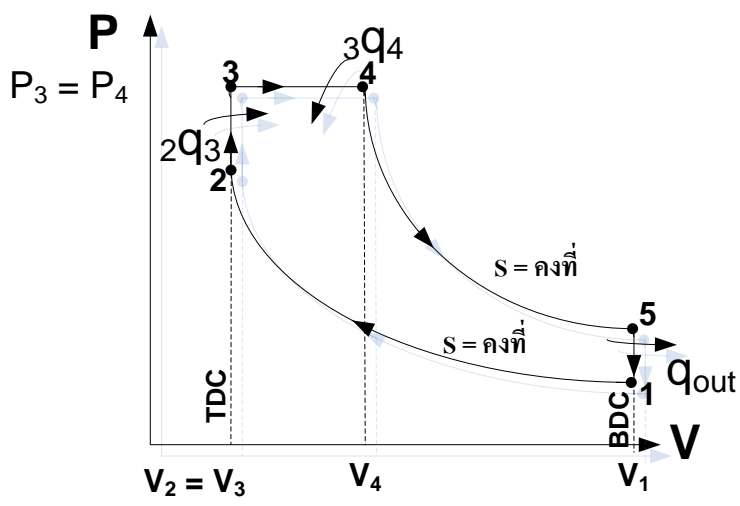
	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 3
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยวัฏจักรผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>กระบวนการ 4-5 เป็นการขยายตัวแบบ Isentropic (S=C)</p> $\frac{T_5}{T_4} = \left(\frac{V_4}{V_5}\right)^{k-1} = \left(\frac{V_4}{V_3} \times \frac{V_3}{V_4}\right)^{k-1} = \left(\frac{rc}{rv}\right)^{k-1}$ $T_5 = T_4 \left(\frac{rc}{rv}\right)^{k-1} \dots\dots\dots 5$ <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> $q_{out51} = C_v(T_5 - T_1) \dots\dots\dots 10$			

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 4
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยปฏิบัติการผสม	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 <math>r_v = \frac{V_1}{V_2}</math> อัตราส่วนคัตออฟ <math>r_c = \frac{V_4}{V_3}</math> และอัตราส่วนความดัน <math>r_p = \frac{P_3}{P_2}</math></p> <p>อัตราส่วนความดัน</p> $\frac{T_3}{T_2} = \frac{P_3}{P_2} = r_p \dots\dots\dots 15$ <p>อัตราส่วนคัตออฟ</p> $\frac{T_4}{T_3} = \frac{V_4}{V_3} = r_c \dots\dots\dots 16$			

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 5
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยปฏิบัติการผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	

**ตัวอย่างที่ 7.1** 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

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

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

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

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

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 6
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	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 ( $P_3 = P_4$ )

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


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


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

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


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

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

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 7
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	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> $q_{in} = q_{in23} + q_{in34}$ $= 2C_v(T_3 - T_2)$ $= 2(0.7165 \text{ kJ/kg.K})(1403.5 - 953.3 \text{ K})$ $q_{in} = 645.14 \text{ kJ/kg}$			

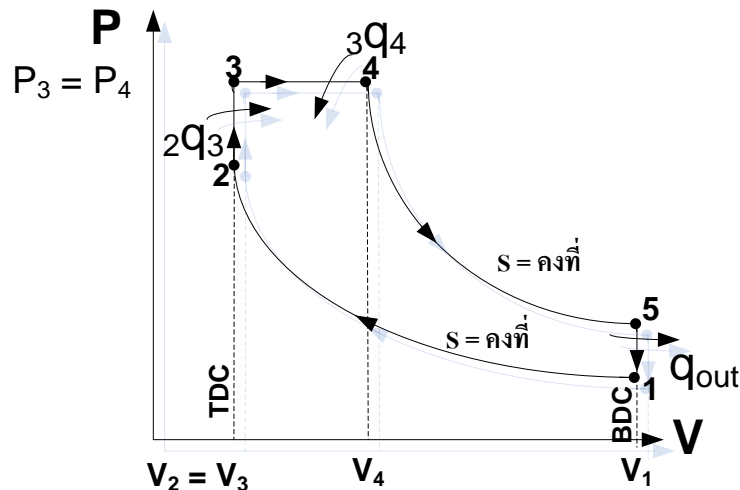
	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 8
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยปฏิบัติการผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>ความร้อนที่ถ่ายทิ้ง</p> $q_{\text{out}} = C_v(T_5 - T_1)$ $= 0.7165 \text{ kJ/kg.K} (589.5 - 300 \text{ K})$ $q_{\text{out}} = 207.43 \text{ kJ/kg}$ <p>งานสุทธิของวัฏจักร</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> $\eta_{\text{th}} = \frac{W_{\text{net}}}{q_{\text{in}}}$ $= \frac{437.71 \text{ kJ/kg}}{645.14 \text{ kJ/kg}}$ $\eta_{\text{th}} = 0.68 (68\%)$			



	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 9
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยวัฏจักรผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	

ตัวอย่างที่ 7.2 เครื่องยนต์ทำงานเป็นแบบวัฏจักรผสม อุณหภูมิและความดันตอนเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 100 °C และ 0.95 bar ตามลำดับ และเครื่องยนต์อัดตัวมีอุณหภูมิ 685 °C และ 2612 K , 3107 K จงคำนวณหา

- ก. จงวาดแผนภาพวัฏจักรผสม
- ข. งานสุทธิของวัฏจักร
- ค. ประสิทธิภาพทางความร้อน
- ง. ความดันยังผลเฉลี่ย



$$T_1 = 100 + 273.2 = 373.2 \text{ K}, P_1 = 95 \text{ KPa}, T_2 = 685 + 273.2 = 958.2 \text{ K}, T_3 = 2612 \text{ K}, T_4 = 3107 \text{ K}$$

กระบวนการ (1-2) เป็นกระบวนการอัดตัวแบบไอเซนทรอปิก


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


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


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


$$r_v = \frac{T_2^{\frac{1}{k-1}}}{T_1} = \frac{958.2 \text{ K}^{2.5}}{373.2 \text{ K}}$$


$$r_v = 10.562 \quad \text{ตอบ}$$

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 10
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยวัฏจักรผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	
$\left(\frac{V_1^{k-1}}{V_2}\right) = \left(\frac{P_2^{\frac{k-1}{k}}}{P_1}\right)$ $\left(\frac{V_1^{\frac{k-1}{k}}}{V_2}\right) = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)$ $P_2 = P_1 (r_v)^k = 95 \text{ kPa} (10.562)^{1.4}$ $P_2 = 2576.132 \text{ kPa}$ <p><b>กระบวนการ (2-3)</b> เป็นกระบวนการรับความร้อนภายใต้ปริมาตรคงที่</p> $\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3}$ $P_3 = \frac{T_3 P_2}{T_2}$ $P_3 = \frac{2576.132 \text{ kPa} \times 2612 \text{ K}}{958.2 \text{ K}}$ $P_3 = P_4 = 7022.392 \text{ kPa}$ $q_{in} = C_v (T_3 - T_2)$ $= 0.7165 \text{ kJ/kg.K} (2612 - 958.2) \text{ K}$ $= 1182.467 \text{ kJ/kg} \quad \text{ตอบ}$ <p><b>กระบวนการ (3-4)</b> เป็นกระบวนการรับความร้อนภายใต้ความดันที่</p> $q_{in} = C_p (T_4 - T_3)$ $= 1.0035 \text{ kJ/kg.K} (3107 - 2612) \text{ K}$ $= 496.732 \text{ kJ/kg} \quad \text{ตอบ}$			

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 11
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยวัฏจักรผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p><b>กระบวนการ (4-5) เป็นกระบวนการขยายตัวแบบไอเซนทรอปิก</b></p> $r_c = \frac{V_4}{V_3} = \frac{T_4}{T_3}$ $= \frac{T_3}{3107 \text{ K}}$ $= \frac{2612 \text{ K}}{3107 \text{ K}}$ $r_c = 1.189$ $T_5 = T_4 \left( \frac{r_c^{k-1}}{r_v} \right)$ $= 3107 \text{ K} \left( \frac{1.189^{0.4}}{10.562} \right)$ $= 1296.926 \text{ K} - 273.2$ $= 1023.726 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{ตอบ}$ <p><b>กระบวนการ (5-1) เป็นกระบวนการถ่ายความร้อนที่ภายใต้ปริมาตรคงที่</b></p> $q_{\text{out}} = C_v(T_5 - T_1)$ $= 0.7165 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} (1296.926 - 373.2) \text{ K}$ $= 661.849 \text{ kJ/kg} \quad \text{ตอบ}$ <p><b>งานสุทธิของวัฏจักร</b></p> $W_{\text{net}} = q_{\text{in}23} + q_{\text{in}34} - q_{\text{out}}$ $= 1182.467 + 496.732 \text{ kJ/kg}$ $q_{\text{in}} = 1679.199 \text{ kJ/kg}$ $W_{\text{net}} = 1679.199 - 661.849 \text{ kJ/kg}$ $= 1017.35 \text{ kJ/kg} \quad \text{ตอบ}$			

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 12
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยวัฏจักรดีเซล	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>ประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักร</p> $\eta_{th, Otto} = \frac{W_{net}}{q_{in}} = \frac{1017.35 \text{ kJ/kg}}{1679.199 \text{ kJ/kg}} = 0.605 \text{ (60.5 \%)} \quad \text{ตอบ}$ <p>ความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักร</p> $V_1 = \frac{RT_1}{P_1} = \frac{(0.287 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}})(373.2 \text{ K})}{95 \text{ kPa}} = 1.127 \text{ m}^3/\text{kg} \quad \text{ตอบ}$ $V_2 = \frac{V_1}{r_v} = \frac{1.127 \text{ m}^3/\text{kg}}{10.562} = 0.106 \text{ m}^3/\text{kg} \quad \text{ตอบ}$ $mep = \frac{W_{net}}{V_1 - V_2} = \frac{1017.35 \text{ kJ/kg}}{1.127 - 0.106 \text{ m}^3/\text{kg}} = 996.425 \text{ kPa} \quad \text{ตอบ}$			

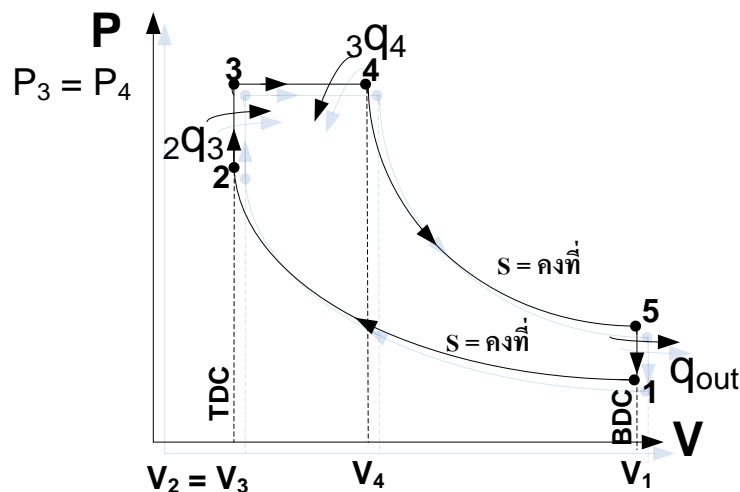
	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 13
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยปฏิบัติการผสม	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<b>แบบฝึกหัด</b>			
<p>1. วัฏจักรดีเซลมีอุณหภูมิสูงสุด 1800 °C ความดันสูงสุด 8.0 MPa มีอัตราส่วนการอัด 18:1 เริ่มต้นทำงานที่อุณหภูมิ 27 °C และความดัน 95 kPa จงคำนวณหา</p> <p>ก. จงวาดแผนภาพวัฏจักรผสม</p> <p>ข. งานสุทธิของวัฏจักร</p> <p>ค. ประสิทธิภาพทางความร้อน</p> <p>ง. ความดันยังผลเฉลี่ย</p> <p>2. วัฏจักรผสมใช้อากาศเป็นของไหลทำงาน ในวัฏจักรมีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 2000 °C และความดันสูงสุดเท่ากับ 8.0 MPa กำหนดอัตราส่วนการอัดเท่ากับ 18:1 ที่จุดเริ่มการอัดนั้นอากาศอยู่ที่ 30 °C และ 95 kPa จงคำนวณหา</p> <p>ก) ประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักร</p> <p>ข) ความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักร</p>			

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 14
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	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**


	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 15
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	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><b>กระบวนการ (2-3) เป็นกระบวนการรับความร้อนภายใต้ปริมาตรคงที่</b></p> $\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3}$ $T_3 = \frac{P_3 T_2}{P_2}$ $T_3 = \frac{8.0 \times 10^3 \text{ kpa} \times 953.93 \text{ K}}{5433.81 \text{ KPa}}$ $T_3 = 1404.43 \text{ K} - 273.2$ $T_3 = 1131.23 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{ตอบ}$ $q_{in} = C_v (T_3 - T_2)$ $= 0.7165 \text{ kJ/kg.K } (1404.43 - 953.93) \text{ K}$ $= 322.78 \text{ kJ/kg} \quad \text{ตอบ}$			

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 16
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยวัฏจักรดีเซล	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p><b>กระบวนการ (3-4) เป็นกระบวนการรับความร้อนภายใต้ความดันที่</b></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><b>กระบวนการ (4-5)</b></p> $r_c = \frac{V_4}{V_3} = \frac{T_4}{T_3}$ $= \frac{T_4}{T_3}$ $= \frac{2073.2 \text{ K}}{1404.43 \text{ K}}$ $r_c = 1.476$ $T_5 = T_4 \left( \frac{r_c^{k-1}}{r_v} \right)$ $= 1906.4 \text{ K} \left( \frac{1.476^{0.4}}{18} \right)$ $= 762.37 \text{ K} - 273$ $= 489.17 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{ตอบ}$			



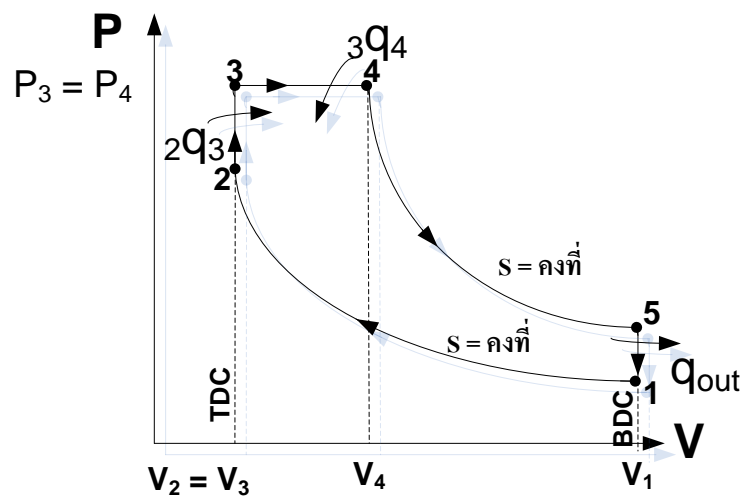
	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 17
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยปฏิบัติการพิเศษ	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p><b>กระบวนการ (5-1) เป็นกระบวนการถ่ายความร้อนที่คงปริมาตรคงที่</b></p> $q_{out} = C_v(T_5 - T_1)$ $= 0.7165 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} (762.37 - 300.2) \text{ K}$ $= 331.144 \text{ kJ/kg} \quad \text{ตอบ}$ <p><b>งานสุทธิของวัฏจักร</b></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><b>ประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักร</b></p> $\eta_{th, Otto} = \frac{W_{net}}{q_{in}}$ $= \frac{662.746 \text{ kJ/kg}}{993.89 \text{ kJ/kg}}$ $= 0.666 \text{ (66.6 \%)} \quad \text{ตอบ}$			

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 18
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยปฏิบัติการพิเศษ	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>ความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักร</p> $V_1 = \frac{RT_1}{P_1}$ $= \frac{\left(0.287 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}\right) (300.2 \text{ K})}{95 \text{ kPa}} = 0.906 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ ตอบ}$ $V_2 = \frac{V_1}{r_v}$ $= \frac{0.906 \text{ m}^3/\text{kg}}{18} = 0.0503 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ ตอบ}$ $mep = \frac{W_{\text{net}}}{V_1 - V_2}$ $= \frac{662.746 \text{ kJ/kg}}{0.906 - 0.0503 \text{ m}^3/\text{kg}}$ $= 774.507 \text{ kPa} \quad \text{ตอบ}$			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 19
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยวิชจักรดีเซล	จำนวน 3 ชั่วโมง	

2. วัฏจักรผสมใช้อากาศเป็นของไหลทำงาน ในวัฏจักรมีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 2000 °C และความดันสูงสุดเท่ากับ 8.0 MPa กำหนดอัตราส่วนการอัดเท่ากับ 18:1 ที่จุดเริ่มการอัดนั้นอากาศอยู่ที่ 30 °C และ 95 kPa จงคำนวณหา

- ก) ประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักร
- ข) ความดันยังผลเฉลี่ยของวัฏจักร



$$T_4 = 2000 + 273.2 = 2273.2 \text{ K} \quad P_4 = P_3 = 8.0 \text{ Mpa} \quad r_v = 18 \quad T_1 = 30 + 273.2 = 303.2 \text{ K} \quad P_1 = 95 \text{ kpa}$$


กระบวนการ (1-2) เป็นกระบวนการอัดตัวแบบไอเซนทรอปิก


วิธีทำ จากสูตร


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

$$T_2 = T_1 (r_v)^{k-1} = 303.2 \text{ K} (18)^{0.4}$$

$$T_2 = 963.470 \text{ K} - 273.2 = 690.27 \text{ } ^\circ\text{C}$$

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 20
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยวัฏจักรดีเซล	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p> <math display="block">\text{หา } 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><b>กระบวนการ (2-3) เป็นกระบวนการรับความร้อนภายใต้ปริมาตรคงที่</b></p> <p> <math display="block">\text{หา } 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} - 273.2</math> <math display="block">= 1145.279 \text{ } ^\circ\text{C}</math> </p> <p> <math display="block">\text{หา } q_{23} = C_v (T_3 - T_2)</math> <math display="block">= 0.7165 \text{ kJ/kg.K (1418.479 - 963.470)K}</math> <math display="block">q_{23} = 326.013 \text{ kJ/kg}</math> </p>			

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 21
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยวัฏจักรดีเซล	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p><b>กระบวนการ (3-4) เป็นกระบวนการรับความร้อนภายใต้ความดันที่</b></p> $\text{หา } r_c = \frac{T_4}{T_3}$ $= \frac{2273.2\text{K}}{1418.479\text{K}}$ $r_c = 1.6$ $\text{หา } T_5 = T_4 \left( \frac{r_c}{r_v} \right)^{k-1}$ $= 2273.2\text{K} \left( \frac{1.6}{18} \right)^{0.4}$ $T_5 = 863.329 \text{ K} - 273.2$ $= 590.129 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\text{หา } q_{34} = C_p (T_4 - T_3)$ $= 1.0035\text{kJ/kg}\cdot\text{K} (2273.2 - 1418.479)\text{K}$ $q_{34} = 857.712\text{kJ/kg}$ $\text{หา } q_{in} \text{ (ทั้งหมด)}$ $= 326.013 + 857.712 \text{ kJ/kg}$ $= 1183.725 \text{ kJ/kg}$			

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 7	หน้าที่ 22
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 16	
	ชื่อหน่วยวัฏจักรดีเซล	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p><b>กระบวนการ (5-1) เป็นกระบวนการถ่ายความร้อนทิ้งภายใต้ปริมาตรคงที่</b></p> $\begin{aligned} \text{หา } Q_{\text{out}} &= C_v (T_5 - T_1) \\ &= 0.7165 \text{kJ/kg.K} (863.329 - 303.2) \text{K} \\ &= 401.332 \text{kJ/kg} \end{aligned}$ $\begin{aligned} W_{\text{net}} &= Q_{\text{in}} - Q_{\text{out}} \\ &= 1183.725 - 401.332 \text{ kJ/kg} \\ &= 782.393 \text{kJ/kg} \end{aligned}$ $\begin{aligned} \text{หา } \eta_{\text{th}} &= \frac{W_{\text{net}}}{Q_{\text{in}}} \\ &= \frac{728.393 \text{kJ kg}}{1183.725 \text{kJ kg}} \\ &= 0.660 \text{ หรือ } 66 \% \end{aligned}$ $\begin{aligned} P_v &= mRT \\ \text{หา } V_1 &= \frac{R T_1}{P_1} \\ &= \frac{0.287 \text{kJ/kg.K}(303.2) \text{K}}{95 \text{kpa}} \\ &= 0.9 \text{ m}^3/\text{kg} \end{aligned}$ $\begin{aligned} \text{หา } V_2 &= \frac{V_1}{r_v} \\ &= \frac{0.9}{18 \text{ m}^3/\text{kg}} \\ &= 0.05 \text{ m}^3/\text{kg} \end{aligned}$ $\begin{aligned} \text{หา } m_{\text{ep}} &= \frac{W_{\text{net}}}{V_1 - V_2} \\ &= \frac{782.393 \text{ kJ/kg}}{(0.9 - 0.05) \text{m}^3/\text{kg}} \\ &= 904.500 \text{ kpa} \end{aligned}$			

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 ( คิวเคาระห์ กิดสังเคราะห์ กิดสร้างสรรค์ )					
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 แหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย 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					
<b>รวม</b>					

2 = ควรปรับปรุง	1 = ไม่มีการปฏิบัติ	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

(.....)



