

สัปดาห์ที่ 7

หน่วยที่ 3

เรื่อง

กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆในระบบปิด

**แผนการจัดการเรียนรู้ แบบมุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ  
และบูรณาการตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง**

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

รหัสวิชา 3101-2002

วิชา งานสันดาปภายใน

หน่วยที่ 3

ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในระบบปิด

ชื่อเรื่อง กระบวนการโพลีทรอปิก

จำนวน 3 ชั่วโมง

### 1. สาระสำคัญ

1. . กระบวนการนี้เป็นกระบวนการทั่วไปของการอัดตัวและขยายตัวของก๊าซ ซึ่งเกิดขึ้นเป็นไปตามสมการ  $PV^n = \text{คงที่}$

### 2. สมรรถนะประจำหน่วยการเรียนรู้

1. อธิบายกระบวนการอัดตัวและขยายตัวของก๊าซ ซึ่งเกิดขึ้นเป็นไปตามสมการ  $PV^n = \text{คงที่}$  ได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถคำนวณหากระบวนการอัดตัวและขยายตัวของก๊าซ ซึ่งเกิดขึ้นเป็นไปตามสมการ  $PV^n = \text{คงที่}$  ได้อย่างถูกต้อง

### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

#### 3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

1. นักศึกษาสามารถอธิบายกระบวนการอัดตัวและขยายตัวของก๊าซ ซึ่งเกิดขึ้นเป็นไปตามสมการ  $PV^n = \text{คงที่}$  ได้อย่างถูกต้อง
2. นักศึกษาสามารถคำนวณหากระบวนการอัดตัวและขยายตัวของก๊าซ ซึ่งเกิดขึ้นเป็นไปตามสมการ  $PV^n = \text{คงที่}$  ได้อย่างถูกต้อง

### 3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถคำนวณหาความร้อนถ่ายเทให้แก่ก๊าซของกระบวนการอัดตัวและขยายตัวของก๊าซ ได้อย่างถูกต้อง
2. สามารถคำนวณหาความดันสุดท้ายของกระบวนการอัดตัวและขยายตัวของก๊าซ ได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถคำนวณหามวลของก๊าซของกระบวนการอัดตัวและขยายตัวของก๊าซ ได้อย่างถูกต้อง
4. สามารถคำนวณหาอุณหภูมิสูงสุดของกระบวนการอัดตัวและขยายตัวของก๊าซ ได้อย่างถูกต้อง
5. สามารถคำนวณหาพลังงานภายในของกระบวนการอัดตัวและขยายตัวของก๊าซ ได้อย่างถูกต้อง
6. สามารถคำนวณหางานที่ใช้ในการอัดอากาศของกระบวนการอัดตัวและขยายตัวของก๊าซ ได้อย่างถูกต้อง

## 4. เนื้อหาสาระการสอน/การเรียนรู้

### 4.1 ด้านความรู้

- กระบวนการ โพลีโทรปิก หรือกระบวนการอัดตัวและขยายตัวของก๊าซ

### 4.2 ด้านทักษะหรือปฏิบัติ

- การคำนวณกระบวนการโพลีโทรปิก หรือกระบวนการอัดตัวและขยายตัวของก๊าซ

### 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. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของผู้เรียน
<p><b>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>นักเรียนรู้จักกระบวนการอัดตัวและขยายตัวของก๊าซ หรือไม่ ไข่ทำอะไร</li> </ol> <p><b>ขั้นการสอน (60 นาที)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ครูอธิบายกระบวนการอัดตัวและขยายตัวของก๊าซ</li> <li>ครูทำตัวอย่างกระบวนการอัดตัวและขยายตัวของก๊าซ</li> <li>ครูเปิดโอกาสให้ซักถามข้อสงสัย</li> </ol> <p><b>ขั้นพยายาม (80 นาที)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ครูให้ทำแบบฝึกหัดที่ 7.1 จำนวน 2 ข้อ</li> </ol> <p><b>ขั้นสรุป (30 นาที)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ครูให้ส่งฝึกหัด</li> <li>ครูเฉลยแบบฝึกหัด</li> <li>ครูสรุปเนื้อหาเพิ่มเติม</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ผู้เรียนทั้งชั้น แสดงความคิดเห็นตามหัวข้อที่ครูซักถาม</li> <li>ผู้เรียนทั้งหมดตั้งใจฟังการบรรยาย</li> <li>ผู้เรียน ตั้งใจฟังการบรรยายและจดบันทึกเนื้อหาจากคำบรรยายใส่สมุด</li> <li>ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย</li> <li>ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ 7.1 จำนวน 2 ข้อ</li> <li>ผู้เรียนนำแบบฝึกหัดมาส่ง</li> <li>ผู้เรียนทราบเฉลย</li> <li>ผู้เรียนทั้งหมดตั้งใจฟัง</li> </ol>

## 6. สื่อการเรียนการสอน/การเรียนรู้

### 6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

- หนังสืองานสัปดาห์ภายใน
- เอกสารประกอบการสอน
- แบบฝึกหัด 2 ข้อ

### 6.2 สื่อโสตทัศน

-

### 6.3 สื่อของจริง

-

## 7. แหล่งการเรียนการสอน/การเรียนรู้

### 7.1 ภายในสถานศึกษา

- ติวเตอร์บริการ
- 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 เรื่องวัฏจักรคาร์บอน มาล่วงหน้า

### 9. ผลงาน/ชิ้นงาน ที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียน

-

### 10. เอกสารอ้างอิง

ชนะชัย กติกาภิร. เครื่องยนต์สันดาปภายใน. พิมพ์ครั้งที่8, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์

มนตรี 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

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 3	หน้าที่ 1
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 7	
	ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในระบบปิด	จำนวน 3 ชั่วโมง	

**5.กระบวนการโพลีโทรปิก**

กระบวนการนี้เป็นกระบวนการทั่วไปของการอัดตัวและขยายตัวของก๊าซ ซึ่งเกิดขึ้นเป็นไปตามสมการ  $PV^n = \text{คงที่}$

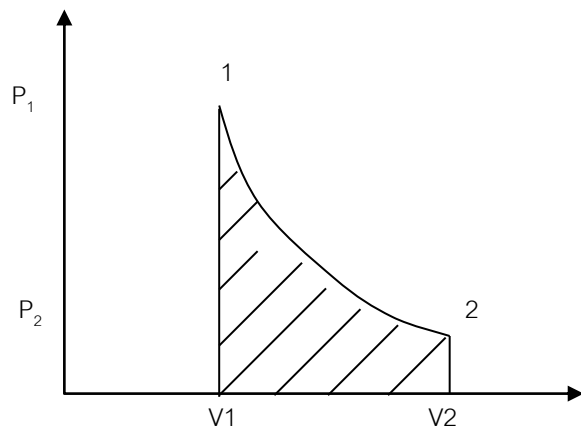
ค่า  $n$  คือ POLYTROPIC INDEX ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง  $\infty$

ดังนั้น  $P_1 V_1^n = P_2 V_2^n$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^n \quad \dots\dots\dots *$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{n-1} \quad \dots\dots\dots **$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{\frac{n-1}{n}} \quad \dots\dots\dots ***$$




งานจากกระบวนการโพลีโทรปิก หาได้จากพื้นที่ใต้กราฟ

$${}_1W_2 = \int_{V_1}^{V_2} P dV$$

เมื่อ  $PV^\gamma = C$

$$P = \frac{C}{V^n} = CV^{-n}$$



	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 3	หน้าที่ 2
	วิชางานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 7	
	ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในระบบปิด	จำนวน 3 ชั่วโมง	

$$\begin{aligned}
 {}_1W_2 &= \int_{V_1}^{V_2} \frac{C}{V^n} dV = C \int_{V_1}^{V_2} V^{-n} dV \\
 &= C \left[ \frac{V^{-n+1}}{-n+1} \right]_{V_1}^{V_2} = C \left[ \frac{V_2^{-n+1} - V_1^{-n+1}}{-n+1} \right] \\
 &= \frac{CV_2 - CV_1}{-n+1} = \frac{P_2 V_2 V_2 - P_1 V_1 V_1}{-n+1} \\
 &= \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{-n+1}
 \end{aligned}$$

เอาลบคูณและตัวเลขทั้งเศษและส่วน


$${}_1W_2 = \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{V^{n+1}} \dots\dots\dots ****$$


สำหรับก๊าซ  $V_1 \pm mRT_1$  และ  $P_2 V_2 = mRT_2$

$$\therefore {}_1W_2 = \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{n-1} = mR \frac{(T_1 - T_2)}{n-1} \dots\dots\dots *****$$

จากกฎข้อที่หนึ่งสำหรับระบบปิด

$$\begin{aligned}
 {}_1Q_2 &= U_2 - U_1 + {}_1W_2 \\
 {}_1Q_2 &= mC_v(T_2 - T_1) + \frac{mR(T_1 - T_2)}{r-1} \dots\dots\dots ***** \\
 &= \frac{mR}{\gamma \cdot I} (T_1 - T_2) + \frac{mR(T_1 - T_2)}{r-1} \\
 &= \frac{mR(T_2 - T_2)}{n-R} + \frac{mR}{\gamma-1} (T_2 - T_1) \\
 &= \frac{mR(T_1 - T_2)}{n-1} - \frac{mR}{x-1} (T_1 - T_2)
 \end{aligned}$$

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 3	หน้าที่ 3
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 7	
	ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในระบบปิด	จำนวน 3 ชั่วโมง	
$= mR(T_1-T_2) \left[ \frac{1}{n-1} - \frac{1}{\gamma-1} \right]$ $= mR(T_1-T_2) \left[ \frac{(\gamma-1)}{(n-1)} - \frac{(n-1)}{(\gamma-1)} \right]$ $= mR(T_1-T_2) \left[ \frac{\gamma-1}{(n-1)} - \frac{n+1}{(\gamma-1)} \right]$ $= mR(T_1-T_2) \left[ \frac{\gamma-n}{(n-1)(\gamma-1)} \right]$ $= \frac{mR}{n-1} (T_1 - T_2) \left[ \frac{\gamma-n}{(\gamma-1)} \right]$ ${}_1Q_2 = w \cdot \frac{\gamma-n}{(\gamma-1)} \dots\dots\dots*****$			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 3	หน้าที่ 4
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 7	
	ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในระบบปิด	จำนวน 3 ชั่วโมง	

## ตัวอย่าง 5.1


ก๊าซมีปริมาตร  $0.112 \text{ m}^3$  มีความดัน  $.138 \text{ KPa}$  ถูกอัดจนมีความดัน  $690 \text{ KPa}$  ตามกฎ  $PV^{1.4} = C$  จงหาปริมาตรใหม่ของก๊าซนี้


## วิธีทำ

เนื่องจากก๊าซถูกอัดตามกฎ  $PV^{1.4} = C$  ดังนั้น  $P_1 V_1^{1.4} = P_2 V_2^{1.4}$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{1.4} \quad \text{หรือ} \quad \frac{V_2}{V_1} = \left( \frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1}{1.4}}$$

$$\begin{aligned} \text{ซึ่งจะได้ } V_2 &= V_1 \left( \frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1}{1.4}} = 0.112 \text{ m}^3 \left( \frac{138 \text{ Kn / m}^2}{650 \text{ Kn / m}^2} \right)^{\frac{1}{1.4}} \\ &= 0.0355 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 3	หน้าที่ 5
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 7	
	ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในระบบปิด	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p><b>ตัวอย่าง 5.2</b></p> <p>ก๊าซมีปริมาตร <math>0.014 \text{ m}^3</math> ความดัน <math>2072 \text{ kPa}</math> ขยายตัวจนมีความดัน <math>207 \text{ kPa}</math> ตามกฎ <math>PV^{1.35} = C</math> จงหา งานที่ทำโดยก๊าซในระหว่างการขยายตัวนี้</p> <p><b>วิธีทำ</b></p> <p style="text-align: center;"><math>V_2</math> จากกฎ <math>PV^{1.35} = C</math></p> $P_1 V_1^{1.35} = P_2 V_2^{1.35} \quad \Rightarrow \quad V_2 = V_1 \left( \frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1}{1.35}}$ <p><b>แทนค่า</b></p> $V_2 = 0.014 \text{ m}^3 \left( \frac{2070 \text{ kN/m}^3}{207 \text{ kN/m}^3} \right)^{\frac{1}{1.35}}$ <p><b>งานที่ทำ</b></p> $\begin{aligned} {}_1W_2 &= \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{n - 1} \\ &= \frac{2070 \text{ kNm}^{-3} 0.014 \text{ m}^3 - 207 \text{ kNm}^{-2} 0.077 \text{ m}^3}{1.35 - 1} \\ &= \frac{1}{0.35} (28.98 - 15.94) \text{ kJ} \\ &= 37.3 \text{ KJ} \end{aligned}$			

	<b>แผนการสอน</b>	หน่วยที่ 3	หน้าที่ 6
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 7	
	ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในระบบปิด	จำนวน 3 ชั่วโมง	

### แบบฝึกหัด 5.1

1. ก๊าซขยายตัวตามกฎ  $PV^{1.3} = C$  จากความดัน 1 Mpa ปริมาตร  $0.003 \text{ m}^3$  จนมีความดัน 0.1 Mpa ถามว่ามีความร้อนเข้าหรือออกจากก๊าซในระหว่างกระบวนการนี้เท่าไร และงานที่ได้ กำหนด  $\gamma = 1.4$  และ  $C_v = 0.710 \text{ kJ/kg}^\circ\text{K}$  (1.03 kJ, 4.13 KJ)


2. ก๊าซมีปริมาตร  $0.1 \text{ m}^3$  ถูกอัดตัวจากความดัน 120 kPa และอุณหภูมิ  $25^\circ\text{C}$  จนมีความดันเป็น 1.2 Mpa ตามกฎ  $PV^{1.2} = C$  จงหา

ก. งานที่ใช้ในการอัดก๊าซนี้ (-28.2 kJ)

ข. พลังงานที่เปลี่ยนแปลง (14.2 kJ)

ค. ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเท (-140 kJ)

เมื่อกำหนดให้  $C_v = 0.72 \text{ kJ/kg}^\circ\text{K}$  และ  $R = 0.285 \text{ kJ/kg}^\circ\text{K}$

	แผนการสอน	หน่วยที่ 3	หน้าที่ 7
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 7	
	ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในระบบปิด	จำนวน 3 ชั่วโมง	

### เฉลยแบบฝึกหัด 5.1

1. ก๊าซขยายตัวตามกฎ  $PV^{1.3} = C$  จากความดัน 1 MPa ปริมาตร  $0.003 \text{ m}^3$  จนมีความดัน 0.1 MPa ถามว่ามีความร้อนเข้าหรือออกจากก๊าซในระหว่างกระบวนการนี้เท่าไร และงานที่ได้ กำหนดให้  $\gamma = 1.4$  และ  $C_v = 0.713 \text{ kJ/kg.K}$

Solution จากสูตร  $P_1V_1^{1.3} = P_2V_2^{1.3}$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2^{1.3}}{V_1}$$

$$\frac{P_1^{1.3}}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$V_2 = V_1 \frac{P_1^{1.3}}{P_2}$$

$$V_2 = 0.003 \text{ m}^3 \times \frac{1 \text{ MPa}^{1.3}}{0.1 \text{ MPa}}$$

$$V_2 = 0.0176 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{งานที่ทำ } {}_1W_2 &= \frac{P_1V_1 - P_2V_2}{n-1} \\ {}_1W_2 &= \frac{(1000 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \times 0.003 \text{ m}^3) - (100 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \times 0.0176 \text{ m}^3)}{(1.3-1)} \end{aligned}$$

$${}_1W_2 = 4.13 \text{ kN.m}$$

$${}_1W_2 = 4.13 \text{ kJ}$$


$${}_1Q_2 = W \frac{\gamma - n}{\gamma - 1}$$

$${}_1Q_2 = 4.13 \text{ KJ} \times \frac{1.4-1.3}{1.4-1}$$

$${}_1Q_2 = 1.03 \text{ kJ (ความร้อนเข้า)}$$

$$\begin{aligned} \text{งานที่ทำ } W &= \frac{P_1V_1 - P_2V_2}{n-1} \\ W &= \frac{(1000 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \times 0.003 \text{ m}^3) - (100 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \times 0.0176 \text{ m}^3)}{(1.4-1)} \end{aligned}$$

$$W = 3.1 \text{ kJ}$$

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

### เฉลยแบบฝึกหัด 5.1

2. ก๊าซมีปริมาตร  $0.1 \text{ m}^3$  ถูกอัดตัวจากความดัน  $120 \text{ kPa}$  และอุณหภูมิ  $25^\circ\text{C}$  จนมีความดัน เป็น  $1.2 \text{ MPa}$  ตามกฎ  $PV^{1.2} = C$  จงหา

ก) งานที่ใช้ในการอัดก๊าซนี้

ข) พลังงานที่เปลี่ยนแปลง

ค) ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเท

เมื่อกำหนดให้  $C_v = 0.72 \text{ kJ/kg.K}$  และ  $R = 0.285 \text{ kJ/kg.K}$

Solution จากสูตร ก) งานที่ใช้ในการอัดก๊าซนี้

$$\text{จาก } PV^{1.2} = C.$$

$$P_1 V_1^{1.2} = P_2 V_2^{1.2}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2^{1.2}}{V_1}$$

$$V_2 = V_1 \frac{P_1^{1/1.2}}{P_2}$$

$$V_2 = 0.1 \text{ m}^3 \times \frac{120 \text{ kPa}^{1/1.2}}{1200 \text{ kPa}}$$

$$V_2 = 0.0147 \text{ m}^3$$

$$\text{งานที่ทำ } {}_1W_2 = \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{n-1}$$

$${}_1W_2 = \frac{120 \text{ kPa} \times 0.1 \text{ m}^3 - 1200 \text{ kPa} \times 0.0147 \text{ m}^3}{1.2-1}$$

$${}_1W_2 = \frac{-5.64}{0.2} \text{ KPa.m}^3 \text{ หรือ } \frac{\text{kN.m}^3}{\text{m}^2}$$

$${}_1W_2 = -28.2 \text{ kN.m}$$

$${}_1W_2 = -28.2 \text{ kJ}$$


ก) พลังงานที่เปลี่ยนแปลง

$${}_1Q_2 = W \times \frac{\gamma - n}{\gamma - 1}$$

$${}_1Q_2 = 28.2 \text{ kJ} \times \frac{1.4-1.2}{1.4-1}$$

$${}_1Q_2 = 14.1 \text{ kJ}$$

ข) ปริมาณความร้อนที่ถ่ายออก

$\Delta W = -{}_1W_2 - {}_1Q_2$			
	แผนการสอน		หน่วยที่ 3
	วิชา งานเครื่องยนต์สันดาปภายใน		สอนครั้งที่ 7
	ชื่อหน่วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในระบบปิด		จำนวน 3 ชั่วโมง
<b>เฉลยแบบฝึกหัด 5.1</b>			
$\Delta W = -28.2 - (-14.1)$			
$\Delta W = -14.1 \text{ kJ}$			
$\Delta W = 14.1 \text{ kJ}$			



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				

### บันทึกหลังสอน ปัญหา และแนวทางแก้ปัญหา

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

ลงชื่อ ..... ครูผู้สอน

(.....)

ตำแหน่ง .....

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

