

สัปดาห์ที่ 2
แผนบทเรียน
เรื่อง
หลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์

**แผนการจัดการเรียนรู้ แบบมุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ
และบูรณาการตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง**

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

รหัสวิชา 3101-2002

วิชา งานสันดาปภายใน

หน่วยที่ 2

ชื่อหน่วย หลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์

ชื่อเรื่อง หลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์

จำนวน 3 ชั่วโมง

1. สาระสำคัญ

1. เครื่องยนต์สันดาปภายใน หมายถึง เครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้เกิดขึ้นในเครื่องยนต์โดยตรงในกระบอกสูบหรือห้องเผาไหม้
2. เครื่องยนต์สันดาปภายนอก หมายถึง เครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้เกิดขึ้นภายนอกเครื่องยนต์ เช่น เครื่องจักรไอน้ำ
3. เทอร์โมไดนามิกส์ เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงพลังงานต่างๆจากรูปหนึ่งไปอีกรูปหนึ่ง
4. ระบบทางเทอร์โมไดนามิกส์ คือสารที่อยู่ภายในขอบเขต ระบบแบ่งออกเป็น 2 ระบบ
5. พลังงาน คือ ความสามารถของวัตถุหรือสารในการทำงาน ได้จากการกระทำของพลังงานมีหลายรูปแบบ เช่น พลังงานกล,พลังงานไฟฟ้า,พลังงานเคมี,พลังงานความร้อน,พลังงานภายใน,พลังงานนิวเคลียร์

2. สมรรถนะประจำหน่วยการเรียนรู้

- 1.สามารถอธิบายความหมายของเครื่องยนต์สันดาปได้อย่างถูกต้อง
- 2.สามารถอธิบายหลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์ได้อย่างถูกต้อง
- 3.สามารถอธิบายระบบทางเทอร์โมไดนามิกส์ได้อย่างถูกต้อง
- 4.สามารถอธิบายความหมายของพลังงานได้อย่างถูกต้อง
- 5.มีความรับผิดชอบ ตามงานที่มอบหมาย (บูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง)

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 จุดประสงค์ทั่วไป

- 1.สามารถอธิบายความหมายของเครื่องยนต์สันดาปได้อย่างถูกต้อง
- 2.สามารถอธิบายหลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์ได้อย่างถูกต้อง
- 3.สามารถอธิบายระบบทางเทอร์โมไดนามิกส์ได้อย่างถูกต้อง
- 4.สามารถอธิบายความหมายของพลังงานได้อย่างถูกต้อง
- 5.มีความรับผิดชอบ ตามงานที่มอบหมาย (บูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง)

3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 1.สามารถอธิบายความหมายของเครื่องยนต์สันดาปได้อย่างถูกต้อง
- 2.สามารถอธิบายหลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์ได้อย่างถูกต้อง
- 3.สามารถอธิบายระบบทางเทอร์โมไดนามิกส์ได้อย่างถูกต้อง
- 4.สามารถอธิบายความหมายของพลังงานได้อย่างถูกต้อง
- 5.มีความรับผิดชอบ ตามงานที่มอบหมาย (บูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง)

4. หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระการสอน/การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้

- เครื่องยนต์สันดาปภายใน
- หลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์
- ระบบทางเทอร์โมไดนามิกส์
- พลังงาน
- กระบวนการ

4.2 ด้านทักษะหรือปฏิบัติ

- การคำนวณสมการของพลังงาน

4.3 ด้านคุณธรรม/จริยธรรม/จรรยาบรรณ/บูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

- 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>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนรู้จักเครื่องยนต์สันดาปภายใน หรือไม่ ใช้ทำอะไร 2. นักเรียนรู้จักเครื่องยนต์สันดาปภายนอก หรือไม่ ใช้ทำอะไร 3. นักเรียนรู้จักพลังงานหรือไม่ ใช้ทำอะไร <p>ขั้นการสอน (2 ชั่วโมง)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูอธิบายหลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์ 2. ครูสาธิตการเขียนสมการ 3. ครูเปิดโอกาสให้ซักถามข้อสงสัย <p>ขั้นพยายาม (20 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูให้ทำแบบฝึกหัด <p>ขั้นสรุป (50 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูให้ส่งแบบฝึกหัด 2. ครูเฉลยแบบฝึกหัด 3. ครูสรุปเนื้อหาเพิ่มเติม 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนทั้งชั้น แสดงความคิดเห็นตามหัวข้อที่ครูซักถาม <ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนทั้งหมดตั้งใจฟังการบรรยาย 2. ผู้เรียน ตั้งใจฟังการบรรยายและจดบันทึกเนื้อหาจากคำบรรยายได้สมุด 3. ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย <ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด <ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดส่ง 2. ผู้เรียนทราบเฉลย 3. ผู้เรียนทั้งหมดตั้งใจฟัง

6. สื่อการเรียนการสอน/การเรียนรู้

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

1. หนังสืองานสันดาปภายใน
2. เอกสารประกอบการสอน
3. แบบฝึกหัด 3 ข้อ

6.2 สื่อโสตทัศน

-

6.3 สื่อของจริง

-

7. แหล่งการเรียนการสอน/การเรียนรู้

7.1 ภายในสถานศึกษา

1. ตึกวิทยบริการ
2. ห้องสมุดชมรมวิชาชีพช่างยนต์
3. ห้อง Internet ช่างยนต์

7.2 ภายนอกสถานศึกษา

1. ห้องสมุดมหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. ห้องสมุดมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
3. ร้าน Internet

8. งานที่มอบหมาย

8.1 ก่อนเรียน

-

8.2 ขณะเรียน

- ให้ผู้เรียนจดคำอธิบาย ประกอบการบรรยายของครู
- ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด

8.3 หลังเรียน

- ให้ผู้เรียนเฉลยแบบฝึกหัด
- ให้ผู้เรียน ไปศึกษา เรื่อง กฎของเทอร์โมไดนามิกส์ มาล่วงหน้า

9. ผลงาน/ชิ้นงาน ที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียน

-

10. เอกสารอ้างอิง

ชนะชัย กสิภาร. เครื่องยนต์สันดาปภายใน. พิมพ์ครั้งที่8, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์

มนตรี พิรุณเกษตร. เทอร์โมไดนามิกส์. พิมพ์ครั้งที่2, กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์

รุ่งสุริย์ ใจเขื่อนแก้ว. เครื่องยนต์สันดาปภายในและภายนอก. พิมพ์ครั้งที่7, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น

วินิจ นิวาสะบุตร. การวิเคราะห์การสันดาป. พิมพ์ครั้งที่7, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เจริญธรรม, 2527

11. การบูรณาการ/ความสัมพันธ์กับรายวิชาอื่น

วิชาเทอร์โมไดนามิกส์ เรื่อง กฎทางเทอร์โมไดนามิกส์

12. หลักการประเมินผลการเรียน

12.1 ก่อนเรียน

- สังเกตจากคำถาม ของผู้เรียน

12.2 ขณะเรียน

- สังเกตจากคำถาม ของผู้เรียน

12.3 หลังเรียน

- แบบฝึกหัด

13. รายละเอียดการประเมินผลการเรียน

13.1 คะแนนระหว่างภาคเรียน ร้อยละ 80 ได้จาก

- ผลจากแบบทดสอบหลังเรียน ร้อยละ 20
- ผลจากใบงาน ร้อยละ 20
- ผลจากการปฏิบัติงานกลุ่ม ร้อยละ 30
- ผลจากแบบฝึกหัด 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

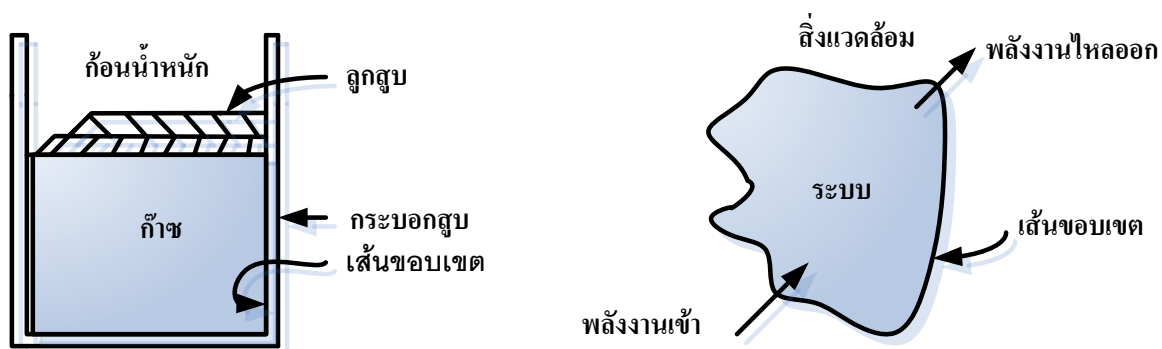
	แผนการสอน	หน่วยที่ 2	
	วิชา งานสันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 2	หน้า 1
	ชื่อหน่วย หลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์	จำนวน 3 ชั่วโมง	
เครื่องยนต์สันดาปภายใน			
<p>เครื่องยนต์ความร้อนมีการสันดาป แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ</p> <ul style="list-style-type: none"> - เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine) - เครื่องยนต์สันดาปภายนอก (External Combustion Engine) 			
เครื่องยนต์สันดาปภายใน			
<p>หมายถึง เครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้เกิดขึ้นภายในเครื่องยนต์โดยตรงในกระบอกสูบหรือห้องเผาไหม้ที่ออกแบบโดยเฉพาะ เช่น เครื่องยนต์แก๊สโซลีน, เครื่องยนต์ดีเซล, เครื่องยนต์โรตารี, เครื่องกังหันแก๊ส ความร้อนจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจะทำให้แก๊สมีความดันสูง และขยายตัวภายในกระบอกสูบ ผลักดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่และถ่ายทอดมาหมุนเพลาค้อเหวี่ยง แล้วจึงต่อเพลาลูกสูบออกมาใช้งานภายนอก</p>			
เครื่องยนต์สันดาปภายนอก			
<p>หมายถึง เครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้เกิดขึ้นภายนอกเครื่อง เช่น เครื่องจักรไอน้ำ, การสันดาปของเชื้อเพลิงจะเกิดที่หม้อต้มน้ำ (Boiler) ทำให้น้ำเป็นไอและมีความดันสูงไปผลักดันลูกสูบของเครื่องจักรไอน้ำให้เคลื่อนที่หรือเอาไอน้ำที่มีความดันสูงนี้ไปผลักดันใบพัดของเครื่องกังหันไอน้ำ</p>			
<p>ในการศึกษาทฤษฎีของเครื่องยนต์สันดาปภายใน จำเป็นที่จะต้องรู้พื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกอย่างดีพอสมควร เพราะการทำงานของเครื่องยนต์สันดาปภายในจะเกี่ยวข้องกับความร้อนโดยตรง</p>			
พื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิก			
<p>เทอร์โมไดนามิก เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงพลังงานต่าง ๆ จากรูปหนึ่งไปอีกรูปหนึ่ง การศึกษาทางด้านวิศวกรรมจะนำประโยชน์ของการเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล โดยอาศัยเครื่องยนต์ความร้อน (Heat Engine) หรือเปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานความร้อนโดยอาศัย Heat Pump ความร้อนปกติที่ได้จากการสันดาปของเชื้อเพลิง (ของแข็ง, ของเหลว หรือแก๊ส) จะส่งผ่านสารตัวกลางหรือสารทำงาน (Working Substance) ทำให้สารทำงานมีอุณหภูมิสูงขึ้นพลังงานความร้อนนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานกล โดยโดยการขยายตัวของสารทำงานผลักดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ พลังงานส่วนที่เหลือจากการผลักดันลูกสูบจะถูกถ่ายเทไปสู่ภายนอกที่อุณหภูมิต่ำกว่า สารทำงานที่ใช้ทั่ว ๆ ไป เป็นของไหล (Fluid) ซึ่งอาจจะเป็นกาซหรือของเหลว ส่วนผสมระหว่างอากาศและเชื้อเพลิงจะเป็นสารทำงานในเครื่องยนต์สันดาปภายใน และไอน้ำจะเป็นสารทำงานในเครื่องจักรไอน้ำ หรือเครื่องกังหันไอน้ำ วิชาเทอร์โมไดนามิกนี้ให้ประโยชน์ในการวิเคราะห์หาปริมาณความร้อนที่เปลี่ยนแปลงในกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งถ้าทราบสถานะเริ่มต้นและสถานะสุดท้ายของกระบวนการหนึ่งก็จะสามารถใช้หลักเกณฑ์ทางเทอร์โมไดนามิกวิเคราะห์ปริมาณความร้อนถ่ายเททั้งหมดในกระบวนการนั้นได้</p>			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 2	
	วิชา งานสันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 2	หน้า 2
	ชื่อหน่วย หลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์	จำนวน 3 ชั่วโมง	


ระบบทางเทอร์โมไดนามิก

ระบบ (System) คือ สารที่อยู่ภายในเส้นขอบเขต (Boundary) ที่พิจารณา ซึ่งส่วนที่อยู่ภายนอกเส้นขอบเขต คือ สิ่งแวดล้อม (Surroundings) ปฏิกริยาระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมจะเป็นตัวควบคุมพฤติกรรมของระบบ ระบบทางเทอร์โมไดนามิกแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบ ได้แก่

1. ระบบเปิด (Close System) หรือระบบควบคุมมวล

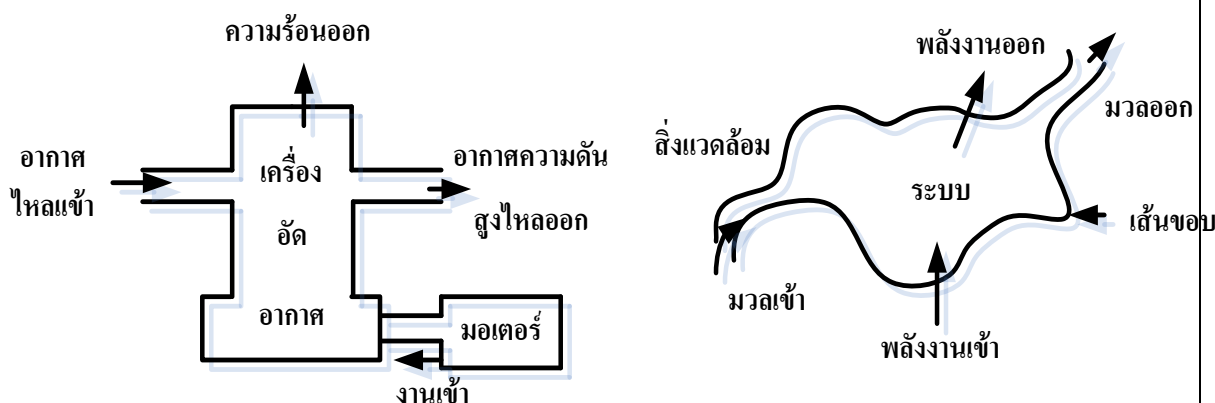


ระบบนี้คือส่วนของก๊าซที่อยู่ภายในซึ่งถูกล้อมรอบด้วยเส้นเขตบรรจุในกระบอกสูบ ถ้าให้ความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ระบบ อุณหภูมิของก๊าซจะเพิ่มขึ้นเกิดการขยายตัวและมีความดันสูงผลักดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่เคลื่อนขึ้นขณะเดียวกันนี้เส้นขอบเขตของระบบก็จะเคลื่อนขึ้นตามไปด้วยทำให้เกิดงานเนื่องจากการเคลื่อนที่ของก๊าซและความร้อนจากก๊าซ(ระบบ) ถ่ายเทออกผ่านเส้นขอบเขต แต่มวลของก๊าซจะเท่าเดิม ดังนั้นจึงเรียกระบบนี้อีกอย่างว่า ระบบควบคุมมวล

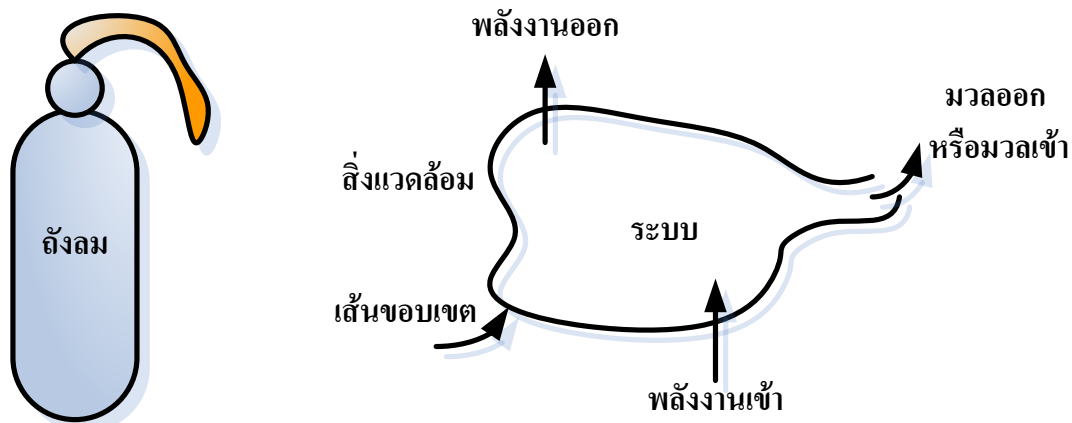
	แผนการสอน	หน่วยที่ 2	
	วิชา งานสันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 2	หน้า 3
	ชื่อหน่วย หลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์	จำนวน 3 ชั่วโมง	

2. ระบบเปิด (Open System) หรือระบบควบคุมปริมาตร

2.1 ระบบเปิดไหลสองทาง




2.2 ระบบเปิดไหลทางเดียว



ในระบบนี้มวลของสารจะผ่านเข้าออกจากระบบและจะเกิดงานหรือความร้อนจากระบบด้วย ดังรูปเป็นไดอะแกรมแสดงอากาศที่มีความดันต่ำเข้าเครื่องอัดอากาศ (Air Compressor) และอากาศที่มีความดันสูงออกจากเครื่องอัดอากาศ อากาศภายในเครื่องอัดอากาศเป็นระบบงานเข้าสู่ระบบ โดยผ่านเพลลาขับจากมอเตอร์ และความร้อนที่เกิดจากการอัดตัวของอากาศจะถ่ายเทผ่านผนังของกระบอกสูบเครื่องอัดอากาศ

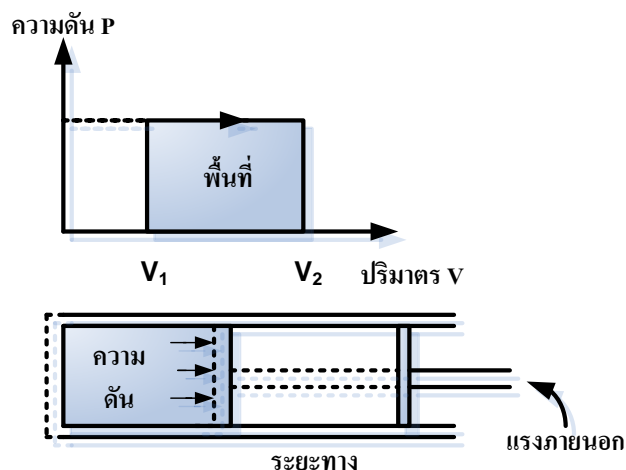
งาน	เครื่องหมาย	ความร้อน	เครื่องหมาย
งานเข้าสู่ระบบ	-	ความร้อนเข้าสู่ระบบ	+
งานออกจากระบบ	+	ความร้อนออกจากระบบ	-

	แผนการสอน		หน่วยที่ 2	
	วิชา งานสันดาปภายใน		สอนครั้งที่ 2	หน้า 4
	ชื่อหน่วย หลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์		จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>งาน (Work) คือ ผลคูณของแรงและระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวแรงนั้น มีหน่วยเป็นนิวตัน-เมตร (N-m) หรือ จูล (J)</p> $1 \text{ KJ} = 10^3 \text{ J} = 10^3 \text{ N.m.}$ $1 \text{ KJ} = \frac{1}{4.1868} \text{ Kcal}$ <p style="text-align: center;">งานเนื่องจากการไหล (Flow Work) หรืองานจากการแทนที่</p> <p>งานในทางเทอร์โมไดนามิกจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของของไหล เนื่องจากมีการอัดและขยายตัวของสารทำงาน ดังนั้นงานที่เกิดขึ้นก็คือ ผลคูณของความดันและปริมาตรที่เปลี่ยนแปลง</p> $W = P(V_2 - V_1) \text{ มีหน่วยเป็น นิวตัน-เมตร (N-M) หรือ จูล (J)}$ <p>สมมติให้อากาศในกระบอกสูบถูกอัดตัวด้วยลูกสูบ ซึ่งจะทำให้เกิดแรงกระทำบนหัวลูกสูบ เมื่อทำการปล่อยให้ลูกสูบเคลื่อนที่ถอยหลังได้เป็นระยะทาง เพื่อที่จะทำให้ความดันในกระบอกสูบคงที่เท่าเดิม</p> $\begin{aligned} \text{งานที่เกิดขึ้น} &= \text{แรง} \times \text{ระยะทางที่ลูกสูบเคลื่อนที่} \\ W &= PA \times L \\ &= P(AL) \\ &= P(V_2 - V_1) \end{aligned}$				



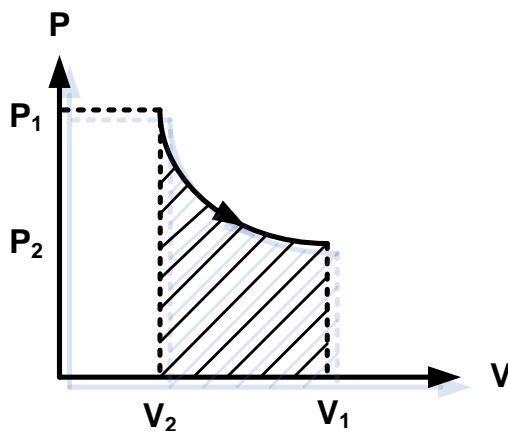
แผนการสอน	หน่วยที่ 2	
วิชา งานสันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 2	หน้า 5
ชื่อหน่วย หลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์	จำนวน 3 ชั่วโมง	

เมื่อ $AL =$ ปริมาตรที่ถูกสูบเคลื่อนที่ ซึ่งเรียกว่า Swept volume หรือ Stroke Volume





แผนภาพนี้แสดงกรณีที่อากาศขยายตัว แบบความดันคงที่


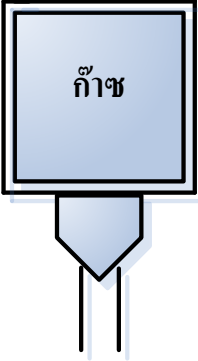
ในกรณีที่แผนภาพความดันมีลักษณะโค้งดังรูปข้างล่างนี้ ซึ่งแผนภาพที่ได้จากการขยายตัวของ ก๊าซเกิดขึ้นในเครื่องจักรความร้อน กราฟเป็นเส้นโค้งระหว่างความดันเดิม และปริมาตรเดิมเมื่อเกิดการ ขยายตัวจนถึงสภาวะสุดท้ายมีค่าความดันและปริมาตร ในกรณีทั้งความดันและปริมาตรต่างก็เปลี่ยนแปลง ทั้งคู่ การหางานจากการแทนที่เมื่อหาจากแผนภาพนี้ งานที่ได้จะเท่ากับพื้นที่ใต้เส้นโค้ง ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ใน เรื่อง


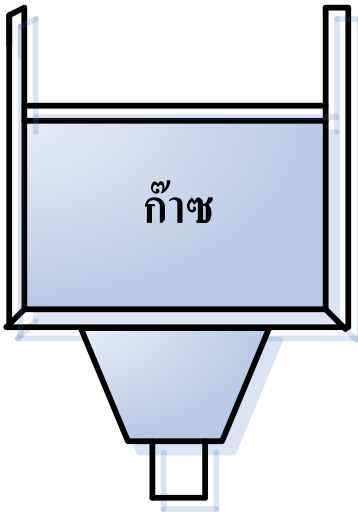



$$\text{งานที่กำลังขยายตัว } {}_1W_2 = \int_{V_1}^{V_2} Pdv$$


	แผนการสอน	หน่วยที่ 2	
	วิชา งานสันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 2	หน้า 6
	ชื่อหน่วย หลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>กำลังงาน (Power)</p> $\text{กำลังงาน} = \frac{\text{งาน}}{\text{เวลา}}$ $\therefore P = \frac{w}{t} \text{ มีหน่วยเป็น } \frac{\text{N.m}}{\text{s}} \text{ (วัตต์)}$ <p>พลังงาน (Energy)</p> <p>คือ ความสามารถของวัตถุหรือสารในการที่จะทำงานได้ ซึ่งสามารถดูได้จากการกระทำของพลังงานมีหลายรูปแบบ เช่น พลังงานกล, พลังงานไฟฟ้า, พลังงานเคมี, พลังงานความร้อน, พลังงานภายใน, พลังงานนิวเคลียร์</p> <p>พลังงานกล (Mechanical Energy) มี 2 ชนิด คือ</p> <p>1. พลังงานศักย์(Potential Energy)</p> <p>คือ พลังงานที่เกิดจากความต่างศักย์ระหว่างสองจุด พลังงานศักย์เพิ่มมากขึ้นถ้าความสูงแตกต่างกันมากทั้งนี้เนื่องจากแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุให้เกิดความเร่งสู่จุดศูนย์กลางจากกฎของนิวตัน</p> $F = mgz$ $PE = Fz$ $P.E. = mgz \text{ มีหน่วยเป็นนิวตัน- เมตร หรือ จูล}$ <p>$g =$ อัตราเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วงของโลกมีค่า = 9.80665 เมตร/วินาที²</p> <p>$m =$ มวลของวัตถุ (ก.ก.)</p> <p>$z =$ ความสูงจากระดับอ้างอิง (เมตร)</p> <p>2. พลังงานจลน์ (Kinetic Energy)</p> <p>คือ พลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุมีค่าเท่ากับ</p> $K.E = \frac{mc^2}{2} \text{ มีหน่วยเป็นจูล (J)}$ <p>$c =$ ความเร็วของวัตถุ (เมตร/วินาที)</p>			

	แผนการสอน	หน่วยที่ 2	
	วิชา งานสันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 2	หน้า 7
	ชื่อหน่วย หลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>พลังงานภายใน (Internal Energy)</p> <p>คือ พลังงานที่เกิดขึ้นภายในโมเลกุลของสาร เป็นคุณสมบัติเฉพาะเมื่อสารเปลี่ยนสถานะมีค่าเท่ากับ ผลคูณของปริมาณความร้อนจำเพาะและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงของสารนั้น</p> <p>พลังงานภายในทั้งหมดของสารแทนด้วย U</p> <p>พลังงานภายในจำเพาะ มีค่าเท่ากับ พลังงานภายใน/มวลสาร 1 กิโลกรัม แทนด้วย μ</p> <p>พลังงานความร้อน (Heat Energy)</p> <p>ในระหว่างที่ของไหลเคลื่อนที่ผ่านระบบ ของไหลอาจจะได้รับความร้อนจากบริเวณรอบ ๆ ระบบ หรือคายความร้อนจากระบบออกสู่ภายนอก ปริมาณความร้อนนี้หาได้จาก</p> $Q = m.c.t$ <p>m = มวลของของไหล(กิโลกรัม)</p> <p>c = ความจุความร้อนจำเพาะ(กิโลจูล/กิโลกรัม-เคลวิน)</p> <p>t = อุณหภูมิ K</p> <p>ความจุความร้อนจำเพาะ (Specific Heat Capacity)</p> <p>คือ จำนวนความร้อนที่ทำให้สารมีมวล 1 หน่วย มีอุณหภูมิเปลี่ยนไปจากเดิม 1 องศา ก๊าซจะมี ความจุความร้อน 2 ลักษณะ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ความจุความร้อนจำเพาะที่ปริมาตรคงที่ c_v 2. ความจุความร้อนจำเพาะที่ความดันคงที่ c_p 			

	แผนการสอน		หน่วยที่ 2	
	วิชา งานสันดาปภายใน		สอนครั้งที่ 2	หน้า 8
	ชื่อหน่วย หลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์		จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>ความจุความร้อนจำเพาะปริมาตรคงที่</p> <p>คือ จำนวนความร้อนที่ต้องการที่จะทำให้ก๊าซที่มีมวล 1 หน่วย มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 องศา เมื่อได้รับความร้อนที่ปริมาตรคงที่ ใช้สัญลักษณ์ c_v</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>จากรูปก๊าซบรรจุในภาชนะมีฝาปิดแน่นเมื่อให้ความร้อนแก่ภาชนะจะทำให้ก๊าซมีอุณหภูมิและความดันเพิ่มขึ้น</p> <p>ถ้าให้ m = มวลของก๊าซ (Kg)</p> <p>T_1 = อุณหภูมิของก๊าซขณะเริ่มต้น (K)</p> <p>T_2 = อุณหภูมิสุดท้ายของก๊าซ (K)</p> <p>ความร้อนที่ต้องการที่จะทำให้ก๊าซมีอุณหภูมิเปลี่ยนจาก T_1 เป็น T_2 จะเท่ากับ</p> $Q = mc_v(T_2 - T_1)$ <p>สังเกตว่าก๊าซเมื่อได้รับความร้อนปริมาตรคงที่ จะไม่มีงานเกิดขึ้น พบถึงงานความร้อนทั้งหมดจะทำให้ก๊าซมีอุณหภูมิและความดันเพิ่มขึ้น ความร้อนที่ก๊าซได้รับนี้จะทำให้ พลังงานภายในของก๊าซเพิ่มขึ้น</p>				

	แผนการสอน		หน่วยที่ 2	
	วิชา งานสันดาปภายใน		สอนครั้งที่ 2	หน้า 9
	ชื่อหน่วย หลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์		จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>ความจุความร้อนจำเพาะที่ความดันคงที่</p> <p>คือ จำนวนความร้อนที่ต้องการที่จะทำให้ก๊าซซึ่งมีมวล 1 หน่วย มีอุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 องศา ที่ความดันคงที่ ใช้สัญลักษณ์ c_p</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>พิจารณากาวบรรจุอยู่ในภาชนะที่มีฝาปิด ซึ่งสามารถเลื่อนขึ้นลงได้ ถ้าก๊าซได้รับความร้อนจะทำให้อุณหภูมิและความดันเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีฝาปิดอยู่นั้นสามารถเลื่อนได้ ดังนั้นความดันที่เกิดจะคงที่</p> <p>ถ้าให้ m = มวลของก๊าซ (kg)</p> <p>T_1 = อุณหภูมิของก๊าซขณะเริ่มต้น ($^{\circ}\text{K}$)</p> <p>T_2 = อุณหภูมิสุดท้ายของก๊าซ ($^{\circ}\text{K}$)</p> <p>ความร้อนที่จะทำให้ก๊าซมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงจาก T_1 เป็น T_2 จะเท่ากับ</p> $Q = mc_p(T_2 - T_1)$ <p>เมื่อก๊าซได้รับความร้อนที่ความดันคงที่ ความร้อนนี้จะทำให้เกิด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. อุณหภูมิของก๊าซเพิ่มขึ้น ทำให้พลังงานภายในของก๊าซเพิ่มขึ้นด้วยมีค่า 2. เกิดงานเนื่องจากการขยายตัวของก๊าซ $W = P(V_2 - V_1)$ $V_1 = \text{ปริมาตรของก๊าซเมื่ออุณหภูมิ } T_1$ $V_2 = \text{ปริมาตรของก๊าซเมื่ออุณหภูมิ } T_2$ 				

	แผนการสอน		หน่วยที่ 2	
	วิชา งานสันดาปภายใน		สอนครั้งที่ 2	หน้า 10
	ชื่อหน่วย หลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์		จำนวน 3 ชั่วโมง	
ความจุความร้อนจำเพาะเฉลี่ย				
ของแข็ง		ของเหลว		
สาร	ความจุความร้อนจำเพาะ J/Kg-K	สาร	ความจุความร้อนจำเพาะ J/Kg-K	
แก้วควอทซ์	674	กลีเซอริน	2429	
ดีบุก	230	เบนซีน	1718	
ตะกั่ว	130	ปรอท	138	
ทองแดง	394	อีเทอร์	2219	
ทองเหลือง	385	เอธิล แอลกอฮอล์	2303	
นิกเกิล	460			
สังกะสี	394			
เหล็กกล้า	480			
เหล็กหล่อ	477			
อลูมิเนียม	917			
ความจุความร้อนจำเพาะของก๊าซเฉลี่ย				
ก๊าซ	C_p (KJ / Kg-K)	C_v (KJ / Kg-K)		
อากาศ	1.005	0.718		
คาร์บอนไดออกไซด์	0.84	0.65		
คาร์บอนมอนอกไซด์	1.046	0.754		
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.796	0.67		
ไนโตรเจน	1.046	0.754		
มีเทน	2.22	0.17		
ออกซิเจน	0.92	0.67		
ไฮโดรเจน	14.4	10.4		
<p>พึงสังเกตว่าค่าความจุความร้อนจำเพาะที่ความดันคงที่จะมีค่ามากกว่าความจุความร้อนจำเพาะที่ปริมาตรคงที่</p>				

	แผนการสอน	หน่วยที่ 2	
	วิชา งานสันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 2	หน้า 11
	ชื่อหน่วย หลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์	จำนวน 3 ชั่วโมง	

กระบวนการ (Process)

คือ การที่สารเปลี่ยนสถานะ (อุณหภูมิ, ความดัน, ปริมาตร) อย่างใดอย่างหนึ่ง แล้วเข้าสู่สถานะสมดุลใหม่ สภาพการเปลี่ยนแปลงนี้สามารถเขียนลงในกราฟหรือตารางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้คำนวณหาปริมาณความร้อน, งาน และปริมาณอื่น ๆ กระบวนการมี 2 แบบ คือ

- กระบวนการย้อนกลับได้ (Reversible Process)
- กระบวนการย้อนกลับไม่ได้ (Irreversible Process)

สถานะ (State)

คือ คุณสมบัติของสารที่ขณะใดขณะหนึ่ง คุณสมบัติที่สามารถวัดหรือสังเกตได้คือ ความดัน, ปริมาตร, อุณหภูมิ เช่น

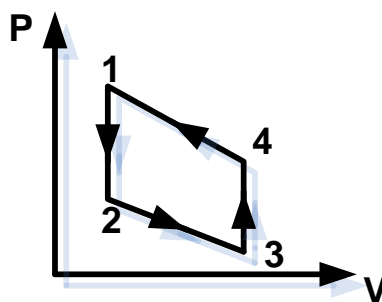
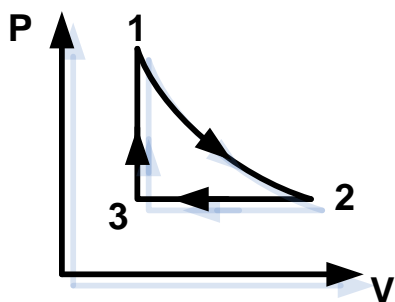
ที่ความดัน $12000 \frac{\text{นิวตัน}}{\text{ม}^2}$ อุณหภูมิ 50°ซ น้ำมีสถานะเป็นไอ

ที่ความดัน $100000 \frac{\text{นิวตัน}}{\text{ม}^2}$ อุณหภูมิ 50°ซ น้ำมีสถานะเป็นไอน้ำ

วัฏจักร (Cycle)


หมายถึง กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเทอร์โมไดนามิก ตั้งแต่ 2 กระบวนการขึ้นไป แล้วการเปลี่ยนแปลงครั้งสุดท้ายสามารถคืนสู่สถานะเริ่มต้นเดิมครบวงจร คือ มีอุณหภูมิ, ความดัน, ปริมาตร ฯลฯ เท่ากับจุดเริ่มต้นวัฏจักรมี 2 ลักษณะ คือ


วัฏจักรตาม คือ วัฏจักรที่มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา
วัฏจักรดังกล่าวเป็นวัฏจักรพื้นฐานของเครื่องยนต์ทั่วไป




วัฏจักรทวน คือ วัฏจักรที่มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

วัฏจักรทวนนี้เป็นวัฏจักรที่ใช้กับเครื่องทำความเย็น

	แผนการสอน	หน่วยที่ 2	
	วิชา งานสันดาปภายใน	สอนครั้งที่ 2	หน้า 12
	ชื่อหน่วย หลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์	จำนวน 3 ชั่วโมง	
<p>ปริมาตรจำเพาะ (Specific Volume)</p> <p>คือ ปริมาณสารที่มีปริมาตร/มวลสาร 1 กิโลกรัม แทนด้วยสัญลักษณ์ “v”</p> $\text{ปริมาตรจำเพาะ “}v\text{”} = \frac{\text{ปริมาตร}v}{\text{มวล}m} \text{ มีหน่วยเป็น } \text{m}^3/\text{ก.ก.}$ <p>ปริมาตรจำเพาะจะเป็นส่วนกลับกับค่าความหนาแน่น (ρ)</p> $\text{ความหนาแน่น}(\rho) = \frac{\text{มวล}m}{\text{ปริมาตร}v}$ $v = \frac{1}{\rho}$ <p>เอนทัลปี (Enthalpy)</p> <p>เป็นคุณสมบัติภายในของสารอย่างหนึ่ง ใช้สัญลักษณ์ H มีหน่วยเป็น KJ</p> <p style="text-align: right;">h มีหน่วยเป็น KJ/kg</p> <p>เมื่อของไหลเกิดการเคลื่อนที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในพร้อมกับงานที่เกิดจากการไหล ดังนั้น</p> <p>คุณสมบัติทั้งสองนี้เป็นคุณสมบัติทางความร้อนของของไหลอย่างหนึ่งที่เรียกว่า เอนทัลปี</p> $H = U + Pv$ <p>จากที่กล่าวมาแต่ต้นแล้วว่าสารทำงานที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน คือ อากาศผสมกับเชื้อเพลิงเหลว ซึ่งในการคำนวณเราถือว่าเป็นกาซสมบูรณ์ ดังนั้น จะขอกกล่าวเฉพาะเทอร์โมไดนามิกส์เกี่ยวกับกาซเท่านั้น</p>			

	แผนการสอน		หน่วยที่ 2	
	วิชา งานสันดาปภายใน		สอนครั้งที่ 2	หน้า 13
	ชื่อหน่วย หลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์		จำนวน 3 ชั่วโมง	
แบบฝึกหัด				
<p>1. เครื่องยนต์สันดาปภายในมีกี่ประเภท</p> <p>ก. 1 ประเภท ข. 2 ประเภท ค. 3 ประเภท ง. 4 ประเภท</p> <p>2. ระบบทางเทอร์โมไดนามิกส์มีกี่ระบบ</p> <p>ก. 1 ระบบ ข. 2 ระบบ ค. 3 ระบบ ง. 4 ระบบ</p> <p>3. มวล (m) มีหน่วยเป็นอะไร</p> <p>ก. kg ข. N ค. m ง. J</p> <p>4. งาน (Work) มีหน่วยเป็นอะไร</p> <p>ก. kg ข. m^2 ค. J ง. m^3</p> <p>5. ปริมาตร (V) มีหน่วยเป็นอะไร</p> <p>ก. N ข. mm^2 ค. m^2 ง. m^3</p> <p>6. พลังงานกล มีกี่ชนิด</p> <p>ก. 1 ชนิด ข. 2 ชนิด ค. 3 ชนิด ง. 4 ชนิด</p> <p>7. กำลังงาน (Power) มีหน่วยเป็นอะไร</p> <p>ก. W ข. J ค. kg ง. N</p> <p>8. Cv คืออะไร</p> <p>ก. ค่าความจุความร้อนจำเพาะที่ปริมาตรคงที่ ข. อัตราเร่ง ค. อุณหภูมิ ง. ความดัน</p> <p>9. Cp คืออะไร</p> <p>ก. ค่าความจุความร้อนจำเพาะที่ความดันคงที่ ข. อัตราเร่ง ค. อุณหภูมิ ง. ปริมาตร</p> <p>10. V คืออะไร</p> <p>ก. อุณหภูมิ ข. ปริมาตร ค. ความดัน ง. อัตราเร่ง</p>				

	แผนการสอน		หน่วยที่ 2	
	วิชา งานสันดาปภายใน		สอนครั้งที่ 2	หน้า 14
	ชื่อหน่วย หลักพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์		จำนวน 3 ชั่วโมง	
เฉลยแบบฝึกหัด				
<p>1. เครื่องยนต์สันดาปภายในมีกี่ประเภท</p> <p>ก. 1 ประเภท ข. 2 ประเภท ค. 3 ประเภท ง. 4 ประเภท</p> <p>2. ระบบทางเทอร์โมไดนามิกส์มีกี่ระบบ</p> <p>ก. 1 ระบบ ข. 2 ระบบ ค. 3 ระบบ ง. 4 ระบบ</p> <p>3. มวล (m) มีหน่วยเป็นอะไร</p> <p>ก. kg ข. N ค. m ง. J</p> <p>4. งาน (Work) มีหน่วยเป็นอะไร</p> <p>ก. kg ข. m² ค. J ง. m³</p> <p>5. ปริมาตร (V) มีหน่วยเป็นอะไร</p> <p>ก. N ข. mm² ค. m² ง. m³</p> <p>6. พลังงานกล มีกี่ชนิด</p> <p>ก. 1 ชนิด ข. 2 ชนิด ค. 3 ชนิด ง. 4 ชนิด</p> <p>7. กำลังงาน (Power) มีหน่วยเป็นอะไร</p> <p>ก. W ข. J ค. kg ง. N</p> <p>8. Cv คืออะไร</p> <p>ก. ค่าความจุความร้อนจำเพาะที่ปริมาตรคงที่ ข. อัตราเร่ง ค. อุณหภูมิ ง. ความดัน</p> <p>9. Cp คืออะไร</p> <p>ก. ค่าความจุความร้อนจำเพาะที่ความดันคงที่ ข. อัตราเร่ง ค. อุณหภูมิ ง. ปริมาตร</p> <p>10. V คืออะไร</p> <p>ก. อุณหภูมิ ข. ปริมาตร ค. ความดัน ง. อัตราเร่ง</p>				

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 แหล่งการเรียนรู้อย่างหลากหลาย 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

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

