แผนการจัดการเรียนรู้

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2567
สาขาวิชาเทคโนโลนีอุตสาหกรรมตัวถังและสีรถยนต์
กลุ่มอาชีพอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

รหัสวิชา 30101-2002 วิชาเทอร์โมไดนามิกส์
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2569

จัดทำโดย
นายจิรศักดิ์ ดุษฎี

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

แผนการจัดการเรียนรู้ มุ่งเน้นฐานสมรรถนะ การบูรณาการคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม คุณลักษณะที่พึงประสงค์ วิชาเทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002 เล่มนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นคู่มือประกอบการสอนหรือเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเพื่อพัฒนาผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 สาขาวิชาช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

การจัดทำได้มีการพัฒนาเพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 8 หน่วย การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ การบูรณาการคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม คุณลักษณะที่พึงประสงค์ ไว้ในหน่วยการเรียนรู้ตามความเหมาะสม สอดคล้องกับเนื้อหา มีแบบฝึกหัด แบบทดสอบ หลังเรียน พร้อมเฉลย มีใบงานและสื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิผลแก่ผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

ผู้จัดทำหวังว่าแผนการจัดการเรียนรู้เล่มนี้คงจะเป็นแนวทางและเป็นประโยชน์ต่อครู-อาจารย์และนักเรียนหากมีข้อเสนอแนะประการใด ผู้จัดทำยินดีน้อมรับไว้เพื่อปรับปรุงแก้ไขในครั้งต่อไป

สารบัญ

หน้า

คำนำ
สารบัญ
หลักสูตรรายวิชา
มาตรฐานอาชีพ (ถ้ามี)
ตาราวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้
หน่วยการเรียนรู้
ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้
หน่วยที่ 1 เรื่อง/หลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์
แผนการจัดการเรียนรู้ 1
ใบความรู้ 5
ใบกิจกรรม 12
ใบงาน 14
ใบมอบหมายงาน 16
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ 18
หน่วยที่ 2 เรื่อง/ความดันและการวัดความดัน
แผนการจัดการเรียนรู้ 20
ใบความรู้ 23
ใบกิจกรรม 32
ใบงาน 34
ใบมอบหมายงาน 36
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ 38
หน่วยที่ 3 เรื่อง/อุณหภูมิและความร้อน
แผนการจัดการเรียนรู้ 40
ใบความรู้ 43
ใบกิจกรรม 53
ใบงาน 55
ใบมอบหมายงาน 57
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ 59
หน่วยที่ 4 เรื่อง/พลังงานทางอุณหพลศาสตร์
แผนการจัดการเรียนรู้ 61
ใบความรู้ 64
ใบกิจกรรม 78
ใบงาน 80
ใบมอบหมายงาน 82
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ 84

หน่วยที่ 5 เรื่อง/สมบัติของสารบริสุทธิ์
แผนการจัดการเรียนรู้ 86
ใบความรู้ 89
ใบกิจกรรม 103
ใบงาน 105
ใบมอบหมายงาน 107
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ 109
หน่วยที่ 6 เรื่อง/แก๊สอุดมคติ
แผนการจัดการเรียนรู้ 111
ใบความรู้ 114
ใบกิจกรรม 123
ใบงาน 125
ใบมอบหมายงาน 128
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ 130
หน่วยที่ 7 เรื่อง/กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์
แผนการจัดการเรียนรู้ 132
ใบความรู้ 135
ใบกิจกรรม 149
ใบงาน 151
ใบมอบหมายงาน 154
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ 156
หน่วยที่ 8 เรื่อง/วัฏจักรและวัฏจักรทวน
แผนการจัดการเรียนรู้ 158
ใบความรู้ 161
ใบกิจกรรม 171
ใบงาน 173
ใบมอบหมายงาน 176
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ 178
บรรณานุกรม
ภาคผนวก

หลักสูตรรายวิชา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2567

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมตัวถังและสีรถยนต์

รหัส 30101-2002 ชื่อวิชา เทอร์โมไดนามิกส์

ทฤษฎี 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 3 หน่วยกิต

อ้างอิงมาตรฐาน

-

ผลลัพธการเรียนรูระดับรายวิชา

มีความรูเกี่ยวกับหลักการและความหมายทางเทอรโมไดนามิกส สมบัติของสารบริสุทธิ์ แกสอุดมคติ กฎขอที่หนึ่งและกฎขอที่สองของเทอรโมไดนามิกส เอนโทรป กระบวนการเทอรโมไดนามิกส วัฏจักร ทางเทอรโมไดนามิกสและการประยุกตใชงานด้านเครื่องกล

จุดประสงครายวิชา เพื่อให

1. เขาใจหลักการของเทอรโมไดนามิกส พลังงานและกระบวนการทางเทอรโมไดนามิกส
2. สามารถวิเคราะห์กระบวนการและวัฏจักรทางเทอรโมไดนามิกส
3. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการสืบคนความรูเกี่ยวกับเทอรโมไดนามิกสและตระหนักถึงประสิทธิภาพ ของการใชพลังงาน
4. สามารถประยุกตใชหลักการของเทอรโมไดนามิกส พลังงานและกระบวนการทางเทอรโม ไดนามิกสในงานเครื่องกล

สมรรถนะรายวิชา

1. ประมวลความรูเกี่ยวกับหลักการเทอรโมไดนามิกส พลังงาน และกระบวนการเทอรโมไดนามิกส
2. วิเคราะห์กระบวนการทางเทอรโมไดนามิกส์ และวัฏจักรทางเทอรโมไดนามิกส
3. ประยุกตใชหลักการเทอรโมไดนามิกส กับงานเทคนิคเครื่องกล

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับหลักการและความหมายทางเทอรโมไดนามิกส สมบัติของสารบริสุทธิ์ แกสอุดมคติ กฎขอที่หนึ่งและกฎขอที่สองของเทอรโมไดนามิกส เอนโทรป กระบวนการเทอรโมไดนามิกส วัฏจักรทาง เทอรโมไดนามิกส์

ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ (แบบ 1)

รหัส 30101-2002 ชื่อวิชา เทอร์โมไดนามิกส์

ทฤษฎี 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 3 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ความสามารถที่คาดหวัง									รวม	จำนวนชั่วโมง ท/ป
	พุทธิพิสัย						ทักษะพิสัย	จิตพิสัย	ประยุกต์ใช้		
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสร้างสรรค์					
1. หลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์	1	1	1	-	-	1	4	3	1	11	6
2. ความดันและการวัดความดัน	1	1	1	1	-	1	4	3	1	12	3
3. อุณหภูมิและความร้อน	1	-	-	-	-	-	4	3	1	8	6
4. พลังงานทางอุณหพลศาสตร์	1	1	1	-	-	1	4	3	1	11	6
5. สมบัติของสารบริสุทธิ์	1	-	1	-	1	1	4	3	1	11	6
6. แก๊สอุดมคติ	1	1	-	-	-	-	4	3	1	10	3
7. กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์	1	-	1	-	-	1	4	3	1	11	6
8. วัฏจักรและวัฏจักรทวน	1	1	-	-	-	1	4	3	1	11	3
ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (เมื่อเรียนรายวิชานี้สำเร็จแล้วทำอะไรได้)											
รวมทั้งรายวิชา										100	75

หน่วยการเรียนรู้

รหัส 30101-2002 ชื่อวิชา เทอร์โมไดนามิกส์

ทฤษฎี 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 3 หน่วยกิต

หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชม.)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
1.	หลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์	3	0	6
2.	ความดันและการวัดความดัน	3	0	3
3.	อุณหภูมิและความร้อน	3	0	6
4.	พลังงานทางอุณหพลศาสตร์	3	0	6
5.	สมบัติของสารบริสุทธิ์	3	0	6
6.	แก๊สอุดมคติ	3	0	3
7.	กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์	3	0	6
8.	วัฏจักรและวัฏจักรทวน	3	0	3
	ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา			
	รวม			75

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ หลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่อเรื่อง/หลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อุณหพลศาสตร์ หรือ เทอร์โมไดนามิกส์ เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยเรื่องของพลังงานและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชิงฟิสิกส์ต่างๆ ของสสาร ซึ่งได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนรูปพลังงานหรือเป็นเหตุให้พลังงานเกิดการเปลี่ยนรูปการถ่ายโอนพลังงาน

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. ปฐมนิเทศการเรียนการสอน
2. หลักการทางอุณหพลศาสตร์
3. นิยามทางอุณหพลศาสตร์

4.2 ด้านทักษะ

1. บอกรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาเทอร์โมไดนามิกส์ได้
2. อธิบายหลักการทางอุณหพลศาสตร์ได้
3. อธิบายนิยามทางอุณหพลศาสตร์ได้
4. อธิบายความสัมพันธ์ของนิยามทางอุณหพลศาสตร์ได้
5. บอกชื่อเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ทำงานตามหลักการของอุณหพลศาสตร์ได้
6. คำนวณหาค่าสมบัติจำเพาะของสารทำงานได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. การบูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง (เทอร์โมไดนามิกส์)

5.1 ความพอประมาณ

- การใช้พลังงาน ความร้อน และทรัพยากรอย่างเหมาะสม ไม่สิ้นเปลืองเกินจำเป็น
- การออกแบบระบบความร้อน เช่น หม้อไอน้ำ เครื่องทำความเย็น ให้มีประสิทธิภาพพอดี
- คำนวณการใช้พลังงานให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง เช่น ไม่ใช้พลังงานเกินความต้องการ

5.2 ความมีเหตุผล

- ใช้หลักการทางเทอร์โมไดนามิกส์ เช่น กฎข้อที่หนึ่งและสอง ในการวิเคราะห์ระบบพลังงาน
- คำนึงถึงการถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) และประสิทธิภาพของระบบ

- ตัดสินใจเลือกวิธีการหรืออุปกรณ์โดยมีหลักการรองรับ เช่น การเลือกเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูง

5.3 การมีภูมิคุ้มกันที่ดี

- เตรียมความพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความดัน และสภาพแวดล้อม
- ออกแบบระบบให้มีความปลอดภัย เช่น การติดตั้งวาล์วระบายความดัน
- คาดการณ์ความสูญเสียพลังงาน และวางแผนลดผลกระทบ เช่น การใช้ฉนวนกันความร้อน

5.4 เงื่อนไขความรู้

- มีความรู้พื้นฐานด้านเทอร์โมไดนามิกส์ เช่น
  - ระบบและสภาพแวดล้อม (System & Surroundings)
  - พลังงาน (Energy)
  - ความร้อน (Heat)
  - งาน (Work)
  - เอนโทรปี (Entropy)
- สามารถนำความรู้ไปวิเคราะห์และแก้ปัญหาระบบพลังงานได้อย่างถูกต้อง

5.5 เงื่อนไขคุณธรรม

- มีความรับผิดชอบในการออกแบบและวิเคราะห์ระบบพลังงาน ไม่ประมาท
- ซื่อสัตย์ในการรายงานข้อมูล เช่น ค่าประสิทธิภาพหรือการใช้พลังงาน
- ใฝ่เรียนรู้และพัฒนาเทคโนโลยีด้านพลังงานอย่างต่อเนื่อง

5.6 4 มิติ สมดุลและพร้อมรับการเปลี่ยนแปลง

ด้านวัตถุ/เศรษฐกิจ

- ใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า ลดการสูญเสียในระบบ
- ลดต้นทุนพลังงานโดยไม่ลดประสิทธิภาพและความปลอดภัย

ด้านสังคม

- ออกแบบระบบพลังงานที่ปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน
- ลดผลกระทบจากความร้อน มลพิษ หรือของเสียต่อชุมชน

ด้านวัฒนธรรม

- ออกแบบระบบพลังงานให้เหมาะกับวิถีชีวิต เช่น การใช้พลังงานทดแทนในชุมชน
- เคารพภูมิปัญญาท้องถิ่น เช่น การระบายอากาศตามธรรมชาติ

ด้านสิ่งแวดล้อม

- ใช้พลังงานสะอาด เช่น พลังงานแสงอาทิตย์
- ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและของเสียความร้อน

5.7 ศาสตร์ด้านการพัฒนา

5.7.1 ศาสตร์สากล

- ใช้กฎของเทอร์โมไดนามิกส์ เช่น กฎข้อที่หนึ่ง (อนุรักษ์พลังงาน) และกฎข้อที่สอง
- ใช้มาตรฐานสากลในการออกแบบระบบพลังงาน

5.7.2 ศาสตร์พระราชา

- นำแนวคิด “พอเพียง” มาใช้ในการใช้พลังงานอย่างประหยัดและคุ้มค่า
- เน้นระบบที่เรียบง่าย ใช้งานได้จริง เช่น ระบบพลังงานทดแทนขนาดเล็ก
- มองปัญหาแบบองค์รวม เช่น ความสมดุลระหว่างพลังงาน เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม

5.7.3 ศาสตร์ภูมิปัญญาท้องถิ่น

- ใช้ความรู้พื้นบ้าน เช่น การออกแบบบ้านให้เย็นโดยไม่ใช้พลังงานมาก
- ประยุกต์ร่วมกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น การใช้ฉนวนธรรมชาติ

5.8 4 พระบรมราโชบายด้านการศึกษา

5.8.1 มีทัศนคติที่ถูกต้องต่อบ้านเมือง

- เข้าใจบทบาทของวิศวกรด้านพลังงานในการพัฒนาประเทศ
- ใช้ความรู้เทอร์โมไดนามิกส์เพื่อประโยชน์ส่วนรวม

5.8.2 มีพื้นฐานชีวิตที่มั่นคง เข้มแข็ง มีคุณธรรม

- ยึดหลักความปลอดภัยในการออกแบบระบบพลังงาน
- ใช้ทรัพยากรอย่างมีจริยธรรม

5.8.3 มีงานทำ มีอาชีพ

- สามารถนำความรู้ไปใช้ในงาน เช่น วิศวกรพลังงาน เครื่องกล ระบบทำความเย็น
- สร้างอาชีพที่เกี่ยวข้องกับพลังงานและเทคโนโลยี

5.8.4 เป็นพลเมืองที่ดีมีระเบียบวินัย

- มีวินัยในการวิเคราะห์และคำนวณพลังงานอย่างรอบคอบ
- รับผิดชอบต่อผลกระทบด้านพลังงานต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

5. สาระการเรียนรู้

5.1 ความหมายของอุณหพลศาสตร์

5.2 ระบบและสิ่งแวดล้อม

5.3 สมบัติของระบบ (Properties)

5.4 สถานะและกระบวนการ

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารของวิทยาลัยฯ
2. ครูแนะนำคำอธิบายรายวิชาจุดประสงค์ของรายวิชา และสมรรถนะรายวิชา และเป้าหมายของการศึกษา
3. ครูแนะนำเกณฑ์การให้คะแนน การวัดประเมินผล การลา และจำนวนคาบที่ขาดได้
4. ครูชี้แจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียน เรื่อง หลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์
5. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 1
6. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 1 จากครู
7. ครูสำรวจความพร้อมของนักเรียน

6.2 ขั้นให้เนื้อหาและการสอน

1. นักเรียนเปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์
2. นักเรียนฟังอธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนจากครู
3. นักเรียนเรียนช่วยกันอภิปรายถึงการทำงานอย่างไรให้มีความปลอดภัย
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
5. นักเรียนและครูร่วมเฉลยแบบฝึกหัด และแลกเปลี่ยนเหตุผลระหว่างกัน

6.3 ขั้นสรุปและการประยุกต์

1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ตอบข้อซักถามและสรุปเนื้อหาโดยสรุป

7. สื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 1, PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน วิดีโอสั้นเกี่ยวกับหลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. ผลการทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 1
2. ผลการทำแบบทดสอบหน่วยที่ 1
3. ผลการตรวจแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 1

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. ผลการทำแบบฝึกหัดที่ 1
2. ผลประเมินการการนำเสนอกิจกรรมหัวข้อหลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์

9. การวัดและประเมินผล

เครื่องมือวัด	วิธีวัด	การประเมินตามเกณฑ์
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre–test) หน่วยที่ 1	ทดสอบ-ตรวจแบบทดสอบ	(ไว้เปรียบเทียบกับหลังเรียน)
2. แบบทดสอบหน่วยที่ 1	ปฏิบัติ-ตรวจแบบฝึกหัด	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. แบบฝึกหัดที่ 1	ปฏิบัติ-ประเมิน	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 1	ทดสอบ-ตรวจแบบทดสอบ	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	สังเกต/ผู้เรียนประเมินตนเอง	เกณฑ์ผ่าน 70%

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

1) ผลการแก้ไขปัญหาทีส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

	ใบความรู้ ที่ 1	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ หลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่อเรื่อง หลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อุณหพลศาสตร์ หรือ เทอร์โมไดนามิกส์ เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยเรื่องของพลังงานและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชิงฟิสิกส์ต่างๆ ของสสาร ซึ่งได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนรูปพลังงานหรือเป็นเหตุให้พลังงานเกิดการเปลี่ยนรูปการถ่ายโอนพลังงาน

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. ปฐมนิเทศการเรียนการสอน
2. หลักการทางอุณหพลศาสตร์
3. นิยามทางอุณหพลศาสตร์

4.2 ด้านทักษะ

1. บอกรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาเทอร์โมไดนามิกส์ได้
2. อธิบายหลักการทางอุณหพลศาสตร์ได้
3. อธิบายนิยามทางอุณหพลศาสตร์ได้
4. อธิบายความสัมพันธ์ของนิยามทางอุณหพลศาสตร์ได้
5. บอกชื่อเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ทำงานตามหลักการของอุณหพลศาสตร์ได้
6. คำนวณหาค่าสมบัติจำเพาะของสารทำงานได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เนื้อหาสาระ

1.1 หลักการเบื้องต้นทางอุณหพลศาสตร์

อุณหพลศาสตร์หรือเทอร์โมไดนามิกส์ เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยเรื่องของพลังงาน ทั้งพลังงานสะสมและพลังงานถ่ายเท โดยสอดคล้องกับกฎการอนุรักษ์พลังงาน กล่าวคือ พลังงานสามารถเปลี่ยนรูปจากพลังงานรูปหนึ่งไปยังพลังงานอีกรูปหนึ่งได้ แต่ไม่สามารถสร้างขึ้นหรือทำลายได้

กฎการอนุรักษ์พลังงานสำหรับเครื่องยนต์

1.2 นิยามทางอุณหพลศาสตร์

ศาสตร์ทุกแขนงต่างมีนิยามและศัพท์เฉพาะที่ใช้ในศาสตร์นั้น ๆ สำหรับอุณหพลศาสตร์ มีการกำหนดนิยามที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นข้อกำหนด หรือข้อตกลงที่เข้าใจตรงกัน เช่น อุณหภูมิ ความร้อน สารทำงาน

1.2.1 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิ หมายถึง สมบัติของสารทำงานที่ใช้บอกความร้อนเย็นของวัตถุ มีหน่วยวัดเป็นองศาเซลเซียส เคลวิน และองศาฟาเรนไฮต์ เป็นต้น

1.2.2 ความร้อน (Heat)

ความร้อน หมายถึง พลังงานรูปหนึ่งที่สามารถถ่ายเทข้ามขอบเขตระบบไปยังสิ่งแวดล้อมหรือเคลื่อนที่ข้ามขอบเขตจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ระบบอันเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ

1.2.3 สารทำงาน (Working Substance)

สารทำงาน หมายถึง ของไหล ซึ่งสามารถขยายตัวและอัดตัวได้ ใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายเทพลังงาน เพื่อให้ระบบอุณหพลศาสตร์ทุกระบบสามารถทำงานได้ เช่น อากาศหรือไอดี ที่บรรจุในกระบอกสูบ

สารทำงานที่บรรจุในกระบอกสูบเพื่อเป็นตัวกลางในการทำงาน

1.2.4 สารบริสุทธิ์ (Pure Substance)

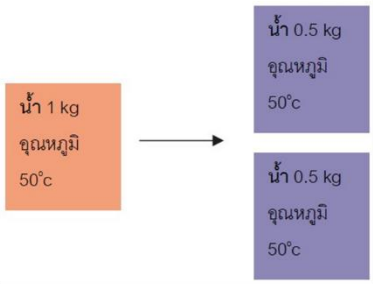
สารบริสุทธิ์ หมายถึง สารที่เป็นเนื้อเดียวกัน มีองค์ประกอบทางเคมีคงที่และเหมือนกันในทุก ๆ สถานะ เช่น น้ำ (H_2 O) ไนโตรเจน (N_2) ออกซิเจน (O_2) เป็นต้น

1.2.5 สมบัติ (Property)

สมบัติ หมายถึง ลักษณะใด ๆ ที่วัดหรือคำนวณค่าได้ โดยสมบัติจะขึ้นกับสภาวะของระบบสำหรับในทางอุณหพลศาสตร์สามารถแบ่งสมบัติได้เป็น 2 ประเภท คือ

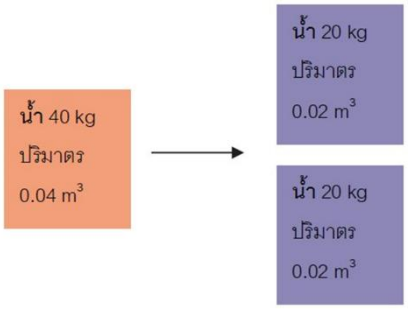
1. สมบัติที่ไม่ขึ้นกับมวลของระบบ (Intensive Property) เช่น ความหนาแน่น ความดันและอุณหภูมิ เป็นต้น

2. สมบัติที่ขึ้นกับมวลของระบบ (Extensive Property) เช่น น้ำหนัก ปริมาตร เอนทัลปี พลังงานภายใน เป็นต้น



ลักษณะของสมบัติที่ไม่ขึ้นกับมวลของระบบ

สำหรับการพิจารณาว่า สมบัติใดเป็นสมบัติที่ขึ้นกับมวลของระบบหรือสมบัติใดไม่ขึ้นกับมวลของระบบ มีวิธีการตรวจสอบ คือ ทำการแบ่งระบบเพื่อให้มวลเปลี่ยนแปลง หากสมบัติแต่ละส่วนมีค่าเท่าเดิมถือเป็นสมบัติที่ไม่ขึ้นกับมวลของระบบ แต่หากสมบัติแต่ละส่วนมีค่าเปลี่ยนแปลงไปถือว่าสมบัติดังกล่าวเป็นสมบัติที่ขึ้นกับมวลระบบ

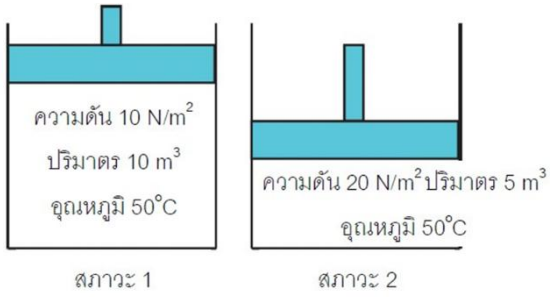


ลักษณะของสมบัติที่ขึ้นกับมวลของระบบ

สำหรับสมบัติที่ขึ้นกับมวลของระบบ เช่น น้ำ มีมวล 40 kg ปริมาตร 0.04 m ถ้าแบ่งมวลของสารออกเป็น 2 ส่วนเท่ากัน พบว่าปริมาตรจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนละ 0.02 m แสดงว่า เมื่อมวลของสารเปลี่ยนไปจะทำให้ปริมาตรของสารเปลี่ยนไปด้วย ดังนั้นปริมาตรจึงเป็นสมบัติที่ขึ้นกับมวลของระบบ

1.2.6 สภาวะ (Stage)

สภาวะ หมายถึง สภาพของระบบที่ถูกกำหนดโดยชุดของสมบัติของระบบ เช่น อุณหภูมิ ความดัน ปริมาตร และพลังงานของระบบ เป็นต้น โดยที่สภาวะหนึ่ง ๆ สมบัติของระบบจะมีค่าคงที่ หากมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติเพียงอย่างหนึ่งอย่างใดจะถือว่าระบบมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะไปสู่สภาวะใหม่ทันที



การเปลี่ยนแปลงสภาวะของระบบ

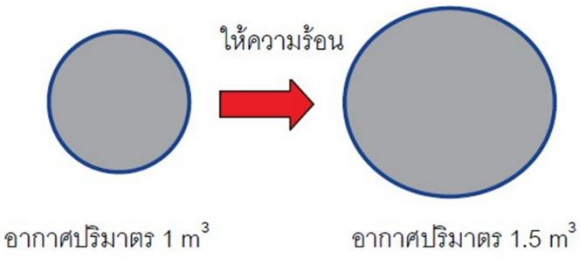
1.2.7 สถานะ (Phase)

สถานะ หมายถึง การ กำหนดลำดับการเปลี่ยนแปลงของสารทำงาน โดยถ้าสารทำงานมีสถานะเดียวกันตลอดทั้งหมด เช่น อยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊สในรูปหนึ่งรูปใดใน 3 รูปนี้เรียกสารทำงานนั้นว่าอยู่ในสถานะเดียวกัน ถ้าเกิดสองสถานะผสมกัน เรียกสารทำงานเป็นของผสมสองสถานะ

สถานะของสารทำงาน

1.2.8 กระบวนการ (Process)

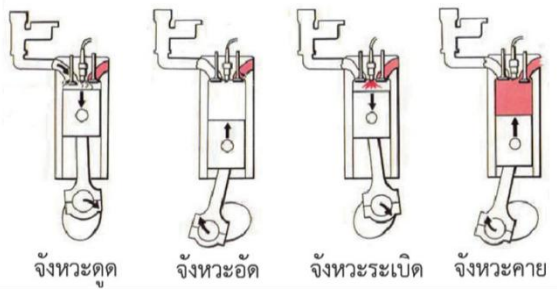
กระบวนการ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาวะของระบบจากสภาวะหนึ่งไปยังอีกสภาวะหนึ่งซึ่งถือว่ามีการเปลี่ยนแปลงสภาวะหรือมีกระบวนการเกิดขึ้น



การเกิดกระบวนการของระบบ

1.2.9 วัฏจักร (Cycle)

วัฏจักร หมายถึง การเกิดกระบวนการจากสภาวะเริ่มต้นโดยระบบดำเนินผ่านสภาวะต่าง ๆแล้วสามารถกลับสู่สภาวะเริ่มต้นได้อีก โดยเมื่อระบบกลับสู่สภาวะเริ่มต้น สมบัติของระบบจะเหมือนกับสมบัติที่สภาวะเริ่มต้นทุกประการ



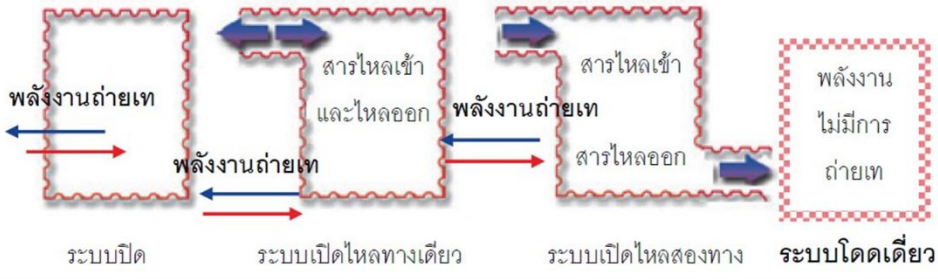
การทำงานของเครื่องยนต์ใน 1 วัฏจักร

1.2.10 ระบบ (System)

ระบบ หมายถึง การกำหนดขอบเขตของสารทำงานในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งเพื่อใช้ในการศึกษาหรือทดลอง ระบบจะประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ คือ การจัดตัวภายในขอบเขตของสารทำงานเรียกว่า ระบบ สิ่งที่กำหนดรูปแบบของระบบ เรียกว่า ขอบเขต และภายนอกขอบเขต คือ สิ่งแวดล้อม

ความสัมพันธ์ระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม

ขอบเขตไม่จำเป็นต้องคงที่เสมอไปอาจขยายตัวหรือหดตัวก็ได้ และสารทำงานอาจจะอยู่ในระบบ อาจจะไหลเข้าหรือไหลออกจากระบบได้เช่นกัน ลักษณะของระบบปิด ระบบเปิด และระบบโดดเดี่ยว รายละเอียดดังรูป



ระบบปิด ระบบเปิด และระบบโดดเดี่ยว

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. อุณหพลศาสตร์เป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องใด
   ก. การสร้างพลังงาน ข. การสร้างความร้อน
   ค. การถ่ายเทของพลังงาน ง. การถ่ายเทอุณหภูมิ
2. การทำงานของตู้เย็นเป็นการถ่ายเทความร้อนในลักษณะใด
   ก. อุณหภูมิสูงสู่อุณหภูมิต่ำ ข. อุณหภูมิต่ำสู่อุณหภูมิสูง
   ค. ภายในสู่ภายนอก ง. ภายนอกสู่ภายใน
3. สารที่โครงสร้างไม่ผันแปรคือข้อใด
   ก. สารคงที่ ข. สารทำงาน ค. สารอนุพันธ์ ง. สารบริสุทธิ์
4. ข้อใดคือสมบัติของสารทำงาน
   ก. ปริมาตร ข. ความร้อน ค. ความเย็น ง. ถูกทุกข้อ
5. สมบัติและสภาวะสัมพันธ์กันตามข้อใด
   ก. สมบัติไม่เปลี่ยนสภาวะเปลี่ยน ข. สมบัติเปลี่ยนสภาวะเปลี่ยน
   ค. สภาวะไม่เปลี่ยนสมบัติเปลี่ยน ง. สภาวะเปลี่ยนสมบัติเปลี่ยน
6. กระบวนการกับวัฏจักรมีความสัมพันธ์ตามข้อใด
   ก. เกิดกระบวนการแล้วเกิดวัฏจักร ข. เกิดวัฏจักรแล้วเกิดกระบวนการ
   ค. วัฏจักรเกิดจากหลายกระบวนการ ง. กระบวนการเกิดจากหลายวัฏจักร
7. อุปกรณ์ใดที่ทำงานโดยการเปลี่ยนแปลงจากพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล
   ก. เครื่องปรับอากาศ ข. แบตเตอรี่
   ค. เครื่องยนต์ ง. ไดนาโม
8. สารมวล 3 kg ปริมาตร 6 m^3 ค่าปริมาตรจำเพาะเท่ากับเท่าไร
   ก. 0.5 m^3/kg ข. 2 m^3 /kg ค. 0.5 kg /m^3 ง. 2 kg/m^3
9. อุปกรณ์ใดที่ทำงานโดยการเปลี่ยนแปลงจากพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล
   ก. แบตเตอรี่ ข. เครื่องปรับอากาศ ค. ไดนาโม ง. เครื่องยนต์
10. การทำงานของตู้เย็นเป็นการถ่ายเทความร้อนในลักษณะใด
   ก. ภายนอกสู่ภายใน ข. ภายในสู่ภายนอก
   ค. อุณหภูมิต่ำสู่อุณหภูมิสูง ง. อุณหภูมิสูงสู่อุณหภูมิต่ำ

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. อุณหพลศาสตร์เป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องใด
   - ก. การสร้างพลังงาน
   - ข. การสร้างความร้อน
   - ค. การถ่ายเทของพลังงาน
   - ง. การถ่ายเทอุณหภูมิ
2. การทำงานของตู้เย็นเป็นการถ่ายเทความร้อนในลักษณะใด
   - ก. อุณหภูมิสูงสู่อุณหภูมิต่ำ
   - ข. อุณหภูมิต่ำสู่อุณหภูมิสูง
   - ค. ภายในสู่ภายนอก
   - ง. ภายนอกสู่ภายใน
3. สารที่โครงสร้างไม่ผันแปรคือข้อใด
   - ก. สารคงที่
   - ข. สารทำงาน
   - ค. สารอนุพันธ์
   - ง. สารบริสุทธิ์
4. ข้อใดคือสมบัติของสารทำงาน
   - ก. ปริมาตร
   - ข. ความร้อน
   - ค. ความเย็น
   - ง. ถูกทุกข้อ
5. สมบัติและสภาวะสัมพันธ์กันตามข้อใด
   - ก. สมบัติไม่เปลี่ยนสภาวะเปลี่ยน
   - ข. สมบัติเปลี่ยนสภาวะเปลี่ยน
   - ค. สภาวะไม่เปลี่ยนสมบัติเปลี่ยน
   - ง. สภาวะเปลี่ยนสมบัติเปลี่ยน
6. กระบวนการกับวัฏจักรมีความสัมพันธ์ตามข้อใด
   - ก. เกิดกระบวนการแล้วเกิดวัฏจักร
   - ข. เกิดวัฏจักรแล้วเกิดกระบวนการ
   - ค. วัฏจักรเกิดจากหลายกระบวนการ
   - ง. กระบวนการเกิดจากหลายวัฏจักร
7. อุปกรณ์ใดที่ทำงานโดยการเปลี่ยนแปลงจากพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล
   - ก. เครื่องปรับอากาศ
   - ข. แบตเตอรี่
   - ค. เครื่องยนต์
   - ง. ไดนาโม
8. สารมวล 3 kg ปริมาตร 6 m^3 ค่าปริมาตรจำเพาะเท่ากับเท่าไร
   - ก. 0.5 m^3/kg
   - ข. 2 m^3/kg
   - ค. 0.5 kg/m^3
   - ง. 2 kg/m^3
9. อุปกรณ์ใดที่ทำงานโดยการเปลี่ยนแปลงจากพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล
   - ก. แบตเตอรี่
   - ข. เครื่องปรับอากาศ
   - ค. ไดนาโม
   - ง. เครื่องยนต์
10. การทำงานของตู้เย็นเป็นการถ่ายเทความร้อนในลักษณะใด
    - ก. ภายนอกสู่ภายใน
    - ข. ภายในสู่ภายนอก
    - ค. อุณหภูมิต่ำสู่อุณหภูมิสูง
    - ง. อุณหภูมิสูงสู่อุณหภูมิต่ำ

	ใบกิจกรรม ที่ 1	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ หลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน หลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อุณหพลศาสตร์ หรือ เทอร์โมไดนามิกส์ เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยเรื่องของพลังงานและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชิงฟิสิกส์ต่างๆ ของสสาร ซึ่งได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนรูปพลังงานหรือเป็นเหตุให้พลังงานเกิดการเปลี่ยนรูปการถ่ายโอนพลังงาน

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. ปฐมนิเทศการเรียนการสอน
2. หลักการทางอุณหพลศาสตร์
3. นิยามทางอุณหพลศาสตร์

4.2 ด้านทักษะ

1. บอกรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาเทอร์โมไดนามิกส์ได้
2. อธิบายหลักการทางอุณหพลศาสตร์ได้
3. อธิบายนิยามทางอุณหพลศาสตร์ได้
4. อธิบายความสัมพันธ์ของนิยามทางอุณหพลศาสตร์ได้
5. บอกชื่อเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ทำงานตามหลักการของอุณหพลศาสตร์ได้
6. คำนวณหาค่าสมบัติจำเพาะของสารทำงานได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	5.2 วัสดุงาน	5.3 วัสดุช่วยงาน	5.4 บูรณาการรายวิชา
ไม้บรรทัด โปรแทรกเตอร์ วงเวียน กระดานกราฟ	กระดาษ ดินสอ/ปากกา ยางลบ	เครื่องคิดเลข คอมพิวเตอร์ โปรแกรม	- ช่วยให้เข้าใจ นิยามพื้นฐาน เช่น พลังงาน ความร้อน งาน และสมดุล - เห็นภาพการทำงานของระบบจริง เช่น เครื่องยนต์ ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ

			- พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม - เชื่อมโยงกับวิชาอื่น

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. แบ่งกลุ่มนักเรียน
2. ใช้เครื่องมือ เช่น กระดาษกราฟ เครื่องคิดเลข หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์
3. ทำกิจกรรม เช่น
   - วาดกราฟ P–V หรือ T–S
   - คำนวณพลังงาน ความร้อน และงานจากโจทย์ที่กำหนด
   - วิเคราะห์สถานการณ์ เช่น การทำงานของตู้เย็นหรือเครื่องยนต์

7. สรุปและอภิปราย

การเรียนหน่วยนี้ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจพื้นฐานของอุณหพลศาสตร์ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของงานด้านวิศวกรรมและการใช้พลังงานในชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8. การประเมินผล

รายการ	**ผลการวัด / ข้อสังเกต**
1.ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา	
2.ผู้เรียนทำกิจกรรสอกคล้องกับเนื้อหา	
3.ผู้เรียนได้เรียนและทำกิจกรรมส่งเสริมกระบวนการคิด	
4.ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำงานจริง	

9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

	ใบงาน ที่ 1	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ หลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน หลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อุณหพลศาสตร์ หรือ เทอร์โมไดนามิกส์ เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยเรื่องของพลังงานและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชิงฟิสิกส์ต่างๆ ของสสาร ซึ่งได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนรูปพลังงานหรือเป็นเหตุให้พลังงานเกิดการเปลี่ยนรูปการถ่ายโอนพลังงาน

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. ปฐมนิเทศการเรียนการสอน
2. หลักการทางอุณหพลศาสตร์
3. นิยามทางอุณหพลศาสตร์

4.2 ด้านทักษะ

1. บอกรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาเทอร์โมไดนามิกส์ได้
2. อธิบายหลักการทางอุณหพลศาสตร์ได้
3. อธิบายนิยามทางอุณหพลศาสตร์ได้
4. อธิบายความสัมพันธ์ของนิยามทางอุณหพลศาสตร์ได้
5. บอกชื่อเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ทำงานตามหลักการของอุณหพลศาสตร์ได้
6. คำนวณหาค่าสมบัติจำเพาะของสารทำงานได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	5.2 วัสดุงาน	5.3 วัสดุช่วยงาน	5.4 บูรณาการรายวิชา
ไม้บรรทัด โปรแทรกเตอร์ วงเวียน กระดานกราฟ	กระดาษ ดินสอ/ปากกา ยางลบ	เครื่องคิดเลข คอมพิวเตอร์ โปรแกรม	- ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ลึกขึ้น - เห็นการนำไปใช้ในชีวิตจริง - พัฒนาทักษะคิดวิเคราะห์และเชื่อมโยงความรู้

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

---

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. วิเคราะห์และแก้ปัญหาทางอุณหพลศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ
2. ฝึกการคำนวณ การใช้กราฟ และการอธิบายผลลัพธ์
3. นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้

8. สรุปและวิจารณ์ผล

การเรียนหน่วยนี้ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจพื้นฐานของอุณหพลศาสตร์ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของงานด้านวิศวกรรมและการใช้พลังงานในชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

9. การประเมินผล

ชื่อ-สกุล..... รหัสประจำตัวนักเรียน.....
ระดับชั้น..... กลุ่ม..... แผนกวิชา.....
ใบปฏิบัติงานที่..... วิชา.....

จุดที่	ขนาดตามแบบ	พิกัดที่กำหนด	คะแนนเต็ม	ขนาดที่วัดได้	คะแนนที่ได้
		รวม			

9.1 เกณฑ์การประเมิน

หมายเหตุ	ผลการประเมิน
	ได้ร้อยละ 80-100 ดีมาก 70-79 ดี 60-69 พอใช้ 50-59 ต้องปรับปรุง น้อยกว่า 50 ต่ำกว่าเกณฑ์

ลงชื่อ..... (.....) นักเรียน-นักศึกษา	ลงชื่อ..... (.....) ผู้ตรวจ	คะแนนที่ได้ .....

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

	ใบมอบหมายงาน ที่ 1	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ หลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน หลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อุณหพลศาสตร์ หรือ เทอร์โมไดนามิกส์ เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยเรื่องของพลังงานและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชิงฟิสิกส์ต่างๆ ของสสาร ซึ่งได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนรูปพลังงานหรือเป็นเหตุให้พลังงานเกิดการเปลี่ยนรูปการถ่ายโอนพลังงาน

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. ปฐมนิเทศการเรียนการสอน
2. หลักการทางอุณหพลศาสตร์
3. นิยามทางอุณหพลศาสตร์

4.2 ด้านทักษะ

1. บอกรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาเทอร์โมไดนามิกส์ได้
2. อธิบายหลักการทางอุณหพลศาสตร์ได้
3. อธิบายนิยามทางอุณหพลศาสตร์ได้
4. อธิบายความสัมพันธ์ของนิยามทางอุณหพลศาสตร์ได้
5. บอกชื่อเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ทำงานตามหลักการของอุณหพลศาสตร์ได้
6. คำนวณหาค่าสมบัติจำเพาะของสารทำงานได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. รายละเอียดของงาน

1. มีความรู้ความเข้าใจในหลักการอุณหพลศาสตร์
2. สามารถคำนวณและวิเคราะห์ปัญหาได้
3. สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันและงานด้านวิศวกรรม

6. กำหนดเวลาส่งงาน หลังการการสอนเสร็จสิ้น

7. แนวทางในการปฏิบัติงาน

1. ทำงานอย่างเป็นขั้นตอนและรอบคอบ
2. ใช้เครื่องมือและวัสดุอย่างถูกต้อง
3. รักษาความปลอดภัยและความเรียบร้อยของอุปกรณ์
4. ร่วมมือกับเพื่อนร่วมงานและเคารพความคิดเห็นของผู้อื่น

8. แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

9. การประเมินผล

รายการ	**ผลการวัด / ข้อสังเกต**
1.ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา	
2.ผู้เรียนทำกิจกรรสอกคล้องกับเนื้อหา	
3.ผู้เรียนได้เรียนและทำกิจกรรมส่งเสริมกระบวนการคิด	
4.ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำงานจริง	

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.. .....

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ละเว้นอบายมุข	ความมีวินัย	ความเสียสละ	จิตอาสา	ขยันและ	ประหยัด	ซื่อสัตย์	สุภาพ	ตรงต่อเวลา		
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

หมายเหตุ - **เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์**

3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้นำได้

2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1) วัน เดือน ปี .....สอนครั้งที่ .../.... สาขา/ชั้นปี .....จำนวนผู้เรียน.....คน มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

2) หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

.....

❑ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ❑ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

3) กิจกรรม/วิธีการสอน

❑ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ❑ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/

❑ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ❑ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

❑ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ❑ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน

❑ อื่น ๆ (ระบุ).....

4) สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ : .....

11.2 ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

1) การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน : .....

.....

2) สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ : .....

.....

3) สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม : .....

.....

4) ผลการสอนของครู : .....

.....

5) ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย : .....

.....

11.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน/แก้ปัญหา

1) ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ : .....

.....

2) แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน: .....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ความดันและการวัดความดัน	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่อเรื่อง/ความดันและการวัดความดัน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ความดัน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากแรงที่กระทำในแนวที่ตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดต่อหนึ่ง หน่วยพื้นที่

ความดันบรรยากาศ หมายถึง ปริมาณของน้ำหนักอากาศที่กระทำต่อพื้นที่หน้าตัดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่

ความดันเกจ หมายถึง ค่าความดันที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดความดัน ซึ่งอาจจะมีค่าสูงกว่าหรือต่ำกว่าความดันบรรยากาศก็ได้

ความดันสัมบูรณ์ หมายถึง ค่าความดันที่ได้จากความดันเกจรวมกับความดันบรรยากาศ**2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ**

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับความดันและการวัดความดัน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. ความหมายของความดัน
2. หลักการเกิดความดัน
3. การคำนวณหาค่าความดัน

4.2 ด้านทักษะ

1. บอกความหมายของความดันได้
2. อธิบายหลักการเกิดความดันได้
3. คำนวณหาค่าความดันบรรยากาศได้
4. คำนวณหาค่าความดันที่วัดจากเครื่องมือวัดความดันได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. สาระการเรียนรู้

1. บอกความหมายของความดันได้
2. อธิบายหลักการเกิดความดันได้
3. คำนวณหาค่าความดันบรรยากาศได้
4. คำนวณหาค่าความดันที่วัดจากเครื่องมือวัดความดันได้

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารของวิทยาลัยฯ
2. ครูแนะนำคำอธิบายรายวิชาจุดประสงค์ของรายวิชา และสมรรถนะรายวิชา และเป้าหมายของการศึกษา
3. ครูแนะนำเกณฑ์การให้คะแนน การวัดประเมินผล การลา และจำนวนคาบที่ขาดได้
4. ครูชี้แจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียน เรื่อง ความดันและการวัดความดัน
5. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 2
6. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 2 จากครู
7. ครูสำรวจความพร้อมของนักเรียน

6.2 ขั้นให้เนื้อหาและการสอน

1. นักเรียนเปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความดันและการวัดความดัน
2. นักเรียนฟังอธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนจากครู
3. นักเรียนเรียนช่วยกันอภิปรายถึงการทำงานอย่างไรให้มีความปลอดภัย
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
5. นักเรียนและครูร่วมเฉลยแบบฝึกหัด และแลกเปลี่ยนเหตุผลระหว่างกัน

6.3 ขั้นสรุปและการประยุกต์

1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ตอบข้อซักถามและสรุปเนื้อหาโดยสรุป

7. สื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 2, PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน วิดีโอสั้นเกี่ยวกับความดันและการวัดความดัน

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. ผลการทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 2
2. ผลการทำแบบทดสอบหน่วยที่ 2
3. ผลการตรวจแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 2

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. ผลการทำแบบฝึกหัดที่ 2
2. ผลประเมินการการนำเสนอกิจกรรมหัวข้อความดันและการวัดความดัน

9. การวัดและประเมินผล

เครื่องมือวัด	วิธีวัด	การประเมินตามเกณฑ์
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre–test) หน่วยที่ 2	ทดสอบ-ตรวจแบบทดสอบ	(ไว้เปรียบเทียบกับหลังเรียน)
2. แบบทดสอบหน่วยที่ 2	ปฏิบัติ-ตรวจแบบฝึกหัด	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. แบบฝึกหัดที่ 2	ปฏิบัติ-ประเมิน	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 2	ทดสอบ-ตรวจแบบทดสอบ	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	สังเกต/ผู้เรียนประเมินตนเอง	เกณฑ์ผ่าน 70%

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

	ใบความรู้ ที่ 2	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ความดันและการวัดความดัน	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่อเรื่อง ความดันและการวัดความดัน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ความดัน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากแรงที่กระทำในแนวที่ตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดต่อหนึ่ง หน่วยพื้นที่

ความดันบรรยากาศ หมายถึง ปริมาณของน้ำหนักอากาศที่กระทำต่อพื้นที่หน้าตัดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่

ความดันเกจ หมายถึง ค่าความดันที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดความดัน ซึ่งอาจจะมีค่าสูงกว่าหรือต่ำกว่าความดันบรรยากาศก็ได้

ความดันสัมบูรณ์ หมายถึง ค่าความดันที่ได้จากความดันเกจรวมกับความดันบรรยากาศ**2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ**

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับความดันและการวัดความดัน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. ความหมายของความดัน
2. หลักการเกิดความดัน
3. การคำนวณหาค่าความดัน

4.2 ด้านทักษะ

1. บอกความหมายของความดันได้
2. อธิบายหลักการเกิดความดันได้
3. คำนวณหาค่าความดันบรรยากาศได้
4. คำนวณหาค่าความดันที่วัดจากเครื่องมือวัดความดันได้

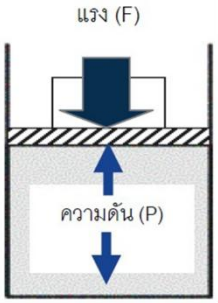
4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เนื้อหาสาระ

2.1 ความหมายของความดัน

ความดัน (Pressure) หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากแรงที่กระทำในแนวตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เช่น เมื่อออกแรงกดที่พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบก็จะเกิดแรงดันขึ้นภายในกระบอกสูบ



ความดันที่เกิดจากการกระทำของแรง

จากนิยามดังกล่าว ถ้า F เป็นแรงที่กระทำตั้งฉากกับพื้นที่ A และถ้าแรงนี้กระจายเท่ากันตลอดพื้นที่ความดัน P ที่กดบนพื้นที่นั้นสามารถหาได้จากสมการ

$$P = \frac{F}{A}$$

ถ้า P คือ ความดัน (N/m^2, Pa)

F คือ แรงตั้งฉาก (N)

A คือ พื้นที่ (m^2)

สำหรับหน่วยของความดันในหน่วยต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันดังนี้

1 pascal (Pa)	=	1 N/m^2				
1 bar	=	10^5 Pa	=	0.1 MPa	=	100 kPa
1 atm	=	101352 Pa	=	101.325 kPa	=	1.01325 bar
	=	760 mmHg				

ตัวอย่างที่ 2.1 แรง 7.5 kN กระทำต่อลูกสูบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 mm อย่างสม่ำเสมอ จงหาความดันที่กระทำบนลูกสูบ

วิธีทำ

จากสมการ $P = \frac{F}{A}$

กำหนดให้แรง (F) = 7.5 kN

โจทย์ไม่กำหนดค่าพื้นที่ของลูกสูบ ดังนั้นต้องหาค่าพื้นที่ก่อนโดยเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 mm เป็น 0.1 m

$$\text{พื้นที่ (A)} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi}{4} \times 0.1^2$$

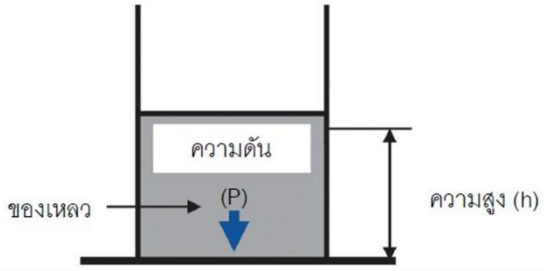
$$= 7.85 \times 10^{-3}\ m^2$$

$$\text{แทนค่า} \quad P = \frac{7.5}{7.85 \times 10^{-3}} = 955.41\ kN/m^2$$

ความดัน 955.41 kN/m^2 **ตอบ**

2.2 ความดันที่เกิดจากของเหลวบรรจุในภาชนะ

เมื่อของเหลวบรรจุอยู่ในภาชนะก็จะเกิดความดันอันเนื่องมาจากน้ำหนักของของเหลวนั้น ๆ โดยค่าความดันจะเกี่ยวข้องกับชนิดของของเหลวอันส่งผลถึงค่าความหนาแน่น



ความดันที่เกิดจากน้ำหนักของของเหลว

ถ้าของเหลวบรรจุในภาชนะเปิด จะทำให้เกิดความดันที่ก้นของภาชนะในทิศทางตั้งฉากกับบริเวณผิวด้านล่างของภาชนะเมื่อมวลของของเหลวในภาชนะทรงกระบอก

$$m = \rho v \quad \text{และ} \quad V = Ah$$

$$\text{จากสมการ} \quad P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A}$$

$$P = \frac{\rho Vg}{A} = \frac{\rho Ahg}{A} = \rho gh$$

ดังนั้น ค่าความดันสามารถหาได้จากสมการ

$$P = \rho gh$$

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่น (kg/m^3), h คือ ความสูง (m) และ g คือ แรงโน้มถ่วงของโลก กำหนดให้เท่ากับ 9.81 m/s^2

ตัวอย่างที่ 2.2 น้ำมันชนิดหนึ่งมีความหนาแน่น 800 kg/m^3 บรรจุอยู่ในภาชนะลึก 2 m จงหาค่าความดันที่ความลึกนี้

วิธีทำ

จากสมการ $P = \rho gh$

แทน ค่า $= 800 \times 9.81 \times 2$

$= 15696\ N/m^2$

ค่าความดัน $= 15.696\ kN/m^2$ **ตอบ**

2.3.1 ความดันบรรยากาศ (Atmospheric Pressure)

ความดันบรรยากาศ คือ ปริมาณของน้ำหนักอากาศที่กระทำต่อพื้นที่หน้าตัดต่อหนึ่งตารางหน่วย ซึ่งจะแปรค่าตามความสูงจากผิวโลกที่เพิ่มขึ้น ในการหาค่าความดันบรรยากาศจะใช้เครื่องมือวัดความดันเรียกว่า บารอมิเตอร์ (Barometer)

หลักการทำงานของบารอมิเตอร์

ตัวอย่างที่ 2.3 บารอมิเตอร์ปรอทขึ้นสูง 765 mm ความดันบรรยากาศมีค่าเท่าไร ถ้าค่าความหนาแน่นของปรอท 13.6 1,000 kg/m^3

วิธีทำ

จากสมการ $P = \rho gh$

แทนค่า $P = 13.6 \times 1000 \times 9.81 \times 0.765$

$P = 102063.24\ N/m^2$

ค่าความดันบรรยากาศ $= 102.063\ kN/m^2$ **ตอบ**

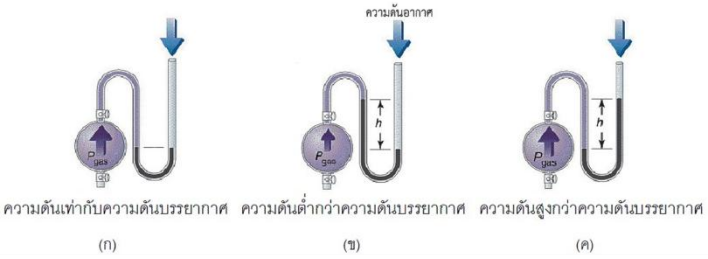
2.3.2 ความดันเกจ (Gauge Pressure)

ความดันเกจ หมายถึง ค่าความดันที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดความดัน ซึ่งอาจจะมีค่าสูงกว่าหรือต่ำกว่าความดันบรรยากาศก็ได้ เครื่องมือวัดค่าความดันมีหลายแบบด้วยกันแต่เครื่องมือวัดค่าความดันที่เรียกว่า แมนอมิเตอร์ก็เป็นที่นิยมแพร่หลายแบบหนึ่งซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้

แมนอมิเตอร์ (Manometer) เป็นเครื่องมือวัดความดันของของไหลในภาชนะ ซึ่งมีหลายแบบแต่ถ้าเป็นแมนอมิเตอร์อย่างง่ายจะใช้ของเหลวบรรจุท่อที่งอเป็นรูปตัวยู ปลายข้างหนึ่งอยู่กับภาชนะที่ต้องการวัด

ความดันเกจของของไหล (P_g) = ρgh

เมื่อ h คือ ความสูงอันเกิดจากความแต กต่างของของไหลในท่อ



หลักการทำงานของแมนอมิเตอร์อย่างง่าย

(ก) เมื่อ ความสูงของของเหลวในท่อสูงเท่ากัน แสดงว่าความดันในอุปกรณ์เท่ากับความดันบรรยากาศตอนนั้น

(ข) เมื่อความสูงของของเหลวด้านที่ต่อกับอุปกรณ์สูงกว่าด้านที่ต่อกับบรรยากาศ = h แสดงว่าความดันในอุปกรณ์ต่ำกว่าบรรยากาศ ซึ่งมีค่า เท่ากับ ρgh มีค่าเป็นสุญญากาศ

(ค) เมื่อความสูงของของเหลวด้านที่ต่อกับอุปกรณ์ต่ำกว่าด้านที่ต่อกับบรรยากาศ = h แสดงว่าความดันในอุปกรณ์สูงกว่าบรรยากาศ ซึ่งมีค่า เท่ากับ ρgh เช่นเดียวกัน

2.3.3 ความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure)

ความดันสัมบูรณ์ (P_{abs}) หมายถึง ค่าความดันที่ได้จากความดันเกจรวมกับความดันบรรยากาศ เช่น

กรณีที่ความดันที่วัดได้จากเกจเท่ากับความดันบรรยากาศ

$$P_{abs} = P_{atm}$$

กรณีที่ความดันที่วัดได้จากเกจต่ำกว่าความดันบรรยากาศหรือความดันสุญญากาศ

$$P_{abs} = P_{atm} - P_g$$

กรณีที่ความดันที่วัดได้จากเกจมากกว่าความดันบรรยากาศ

$$P_{abs} = P_{atm} + P_g$$

ตัวอย่างที่ 2.4 ใช้แมนอมิเตอร์อย่างง่ายวัดความดันในภาชนะปรากฏว่าความสูงของปรอทในแมนอมิเตอร์สูงต่างกัน 260 mm เหนือบรรยากาศ จงหาความดันเกจ และความดันสัมบูรณ์ในภาชนะเมื่อความหนาแน่นของปรอท 13.6 $\times$ 10^3 kg/m^3 และความดันบรรยากาศ 1.01325×10^5 N/m^2

วิธีทำ

สมการหาความดันเกจจากแมนอมิเตอร์

$= \rho gh$

$= (13.6 \times 10^3 \times 9.81 \times 0.260)$

ความดันเกจ $= 34688.16$ N/m^2 **ตอบ**

หาความดันสัมบูรณ์ = ความดันบรรยากาศ + ความดันเกจ

$= (1.01325 \times 10^5) + 34688.16$

ความดันสัมบูรณ์ $= 136,013.16$ N/m^2 **ตอบ**

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ถ้าใช้บารอมิเตอร์น้ำวัดความดันบรรยากาศ ปรากฏว่าน้ำในบารอมิเตอร์ขึ้นสูง 1.2 m อยากทราบว่าค่าความดันเท่ากับเท่าไร
   - ก. 11,772 kN/m^2
   - ข. 1,200 kN/m^2
   - ค. 12.0 kN/m^2
   - ง. 11.772 kN/m^2
2. ข้อใดคือความหมายของความดัน
   - ก. แรงที่กระทำกับพื้นที่
   - ข. แรงที่กระทำในแนวขนานกับพื้นที่
   - ค. แรงที่กระทำในแนวตั้งฉาก
   - ง. แรงที่กระทำในแนวตั้งฉากกับพื้นที่
3. ใช้แมนอมิเตอร์ปรอทอย่างง่ายวัดค่าความดันในท่อ ปรากฏว่าความดันในท่อดันให้ปรอทด้านที่ต่อกับท่อต่ำจากด้านที่ต่อกับบรรยากาศ 0.2 m ขณะนั้นความดันในท่อเท่ากับเท่าไร
   - ก. 1.96 kN/m^2
   - ข. 2668 kN/m^2
   - ค. 26.68 kN/m^2
   - ง. 1962 kN/m^2
4. เมื่อนำของเหลวบรรจุในภาชนะจะเกิดความดันขึ้นจากสาเหตุข้อใด
   - ก. พื้นที่
   - ข. น้ำหนัก
   - ค. อุณหภูมิ
   - ง. ขนาดของภาชนะ
5. ค่าความดันที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดคือข้อใด
   - ก. ความดันเกจ
   - ข. ความดันสัมบูรณ์
   - ค. ความดันบรรยากาศ
   - ง. ความดันของเครื่องมือวัด

ตอนที่ 2

1. ลูกสูบมีพื้นที่หน้าตัด 0.005 m^2 เมื่อออกแรง 200 N กระทำในแนวตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดจะเกิดความดันเท่าไร

.....

.....

2. น้ำมีค่าความหนาแน่น 1000 kg/m^3 บรรจุในภาชนะสูง 0.20 m อยากทราบว่าความดันที่เกิดขึ้นเนื่องจากน้ำหนักของน้ำที่กระทำกับก้นของภาชนะมีค่าเท่าไร

.....

.....

3. ใช้บารอมิเตอร์ปรอทวัดความดันบรรยากาศปรากฏว่าปรอทขึ้นสูง 675 mm เมื่อปรอท มีความหนาแน่น 13.6 x 10^3 kg/m^3 อยากทราบว่าขณะนั้นค่าความดันบรรยากาศมีค่าเท่าไร

.....

.....

4. น้ำมันชนิดหนึ่งบรรจุในภาชนะเมื่อใช้แมนอมิเตอร์อย่างง่ายวัดความดันปรากฏว่าระดับของปรอทในแมนอมิเตอร์ด้านที่ต่อกับภาชนะสูงกว่าด้านที่ต่อกับบรรยากาศ 250 mm จงหาความดันของน้ำมันในภาชนะ และถ้าความดันบรรยากาศขณะนั้นเท่ากับ 101325 N/m^2 อยากทราบว่าค่าความดันสัมบูรณ์มีค่าเท่าไร

.....

.....

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ถ้าใช้บารอมิเตอร์น้ำวัดความดันบรรยากาศ ปรากฏว่าน้ำในบารอมิเตอร์ขึ้นสูง 1.2 m อยากทราบว่าค่าความดันเท่ากับเท่าไร

ก. 11,772 kN/m^2 ข. 1,200 kN/m^2

ค. 12.0 kN/m^2 ง. 11.772 kN/m^2

2. ข้อใดคือความหมายของความดัน

ก. แรงที่กระทำกับพื้นที่ ข. แรงที่กระทำในแนวขนานกับพื้นที่

ค. แรงที่กระทำในแนวตั้งฉาก ง. แรงที่กระทำในแนวตั้งฉากกับพื้นที่

3. ใช้แมนอมิเตอร์ปรอทอย่างง่ายวัดค่าความดันในท่อ ปรากฏว่าความดันในท่อดันให้ปรอทด้านที่ต่อกับท่อต่ำจากด้านที่ต่อกับบรรยากาศ 0.2 m ขณะนั้นความดันในท่อเท่ากับเท่าไร

ก. 1.96 kN/m^2 ข. 2668 kN/m^2

ค. 26.68 kN/m^2 ง. 1962 kN/m^2

4. เมื่อนำของเหลวบรรจุในภาชนะจะเกิดความดันขึ้นจากสาเหตุข้อใด

ก. พื้นที่ ข. น้ำหนัก

ค. อุณหภูมิ ง. ขนาดของภาชนะ

5. ค่าความดันที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดคือข้อใด

ก. ความดันเกจ ข. ความดันสัมบูรณ์

ค. ความดันบรรยากาศ ง. ความดันของเครื่องมือวัด

ตอนที่ 2

1. ลูกสูบมีพื้นที่หน้าตัด 0.005 m^2 เมื่อออกแรง 200 N กระทำในแนวตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดจะเกิดความดันเท่าไร

สูตรความดัน:

$$P = \frac{F}{A}$$

$$P = \frac{200}{0.005} = 40000 \text{ Pa} = 40 \text{ kPa}$$

คำตอบ: 40 kPa

2. น้ำมีค่าความหนาแน่น 1000 kg/m^3 บรรจุในภาชนะสูง 0.20 m อยากทราบว่าความดันที่เกิดขึ้นเนื่องจากน้ำหนักของน้ำที่กระทำกับก้นของภาชนะมีค่าเท่าไร

$P=\rho gh=1000\times9.81\times0.2=1962$ Pa$\approx$1.962 kPa

คำตอบ: 1.962 kPa

3. ใช้บารอมิเตอร์ปรอทวัดความดันบรรยากาศปรากฏว่าปรอทขึ้นสูง 675 mm เมื่อปรอท มีความหนาแน่น 13.6 x 10^3 kg/m^3 อยากทราบว่าขณะนั้นค่าความดันบรรยากาศมีค่าเท่าไร

บารอมิเตอร์ปรอท h = 675 mm, ρ = 13.6×10^3 kg/m^3

$$P = \rho g h$$

- $h = 675$ mm $= 0.675$ m

$$P = 13{,}600 \times 9.81 \times 0.675$$

คำนวณทีละขั้น:

- $13{,}600 \times 9.81 = 133{,}416$
- $133{,}416 \times 0.675 = 90{,}112.8$ Pa ≈ 90.1 kPa

คำตอบ: 90.1 kPa

4. น้ำมันชนิดหนึ่งบรรจุในภาชนะเมื่อใช้แมนอมิเตอร์อย่างง่ายวัดความดันปรากฏว่าระดับของปรอทในแมนอมิเตอร์ด้านที่ต่อกับภาชนะสูงกว่าด้านที่ต่อกับบรรยากาศ 250 mm จงหาความดันของน้ำมันในภาชนะ และถ้าความดันบรรยากาศขณะนั้นเท่ากับ 101325 N/m^2 อยากทราบว่าค่าความดันสัมบูรณ์มีค่าเท่าไร

แมนอมิเตอร์น้ำมัน Δh = 0.25 m, P_a = 101,325 Pa

(1) ความดันเกจ)

$$P_{\text{gauge}} = \rho g h$$

- สมมติ $\rho_{\text{น้ำมัน}} = 850$ kg/m^3(ถ้าไม่ได้กำหนด, ใช้ประมาณนี้)

$$P_{\text{gauge}} = 850 \times 9.81 \times 0.25 = 2081.625 \text{ Pa} \approx 2.08 \text{ kPa}$$

(2) ความดันสัมบูรณ์)

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{gauge}} + P_{\text{atm}} = 2081.6 + 101{,}325 \approx 103{,}406.6 \text{ Pa}$$
$$\approx 103.4 \text{ kPa}$$

คำตอบ:

- ความดันเกจ ≈ 2.08 kPa
- ความดันสัมบูรณ์ ≈ 103.4 kPa

	ใบกิจกรรม ที่ 2	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ความดันและการวัดความดัน	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน ความดันและการวัดความดัน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ความดัน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากแรงที่กระทำในแนวที่ตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดต่อหนึ่ง หน่วยพื้นที่

ความดันบรรยากาศ หมายถึง ปริมาณของน้ำหนักอากาศที่กระทำต่อพื้นที่หน้าตัดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่

ความดันเกจ หมายถึง ค่าความดันที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดความดัน ซึ่งอาจจะมีค่าสูงกว่าหรือต่ำกว่าความดันบรรยากาศก็ได้

ความดันสัมบูรณ์ หมายถึง ค่าความดันที่ได้จากความดันเกจรวมกับความดันบรรยากาศ**2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ**

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับความดันและการวัดความดัน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. ความหมายของความดัน
2. หลักการเกิดความดัน
3. การคำนวณหาค่าความดัน

4.2 ด้านทักษะ

1. บอกความหมายของความดันได้
2. อธิบายหลักการเกิดความดันได้
3. คำนวณหาค่าความดันบรรยากาศได้
4. คำนวณหาค่าความดันที่วัดจากเครื่องมือวัดความดันได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	5.2 วัสดุงาน	5.3 วัสดุช่วยงาน	5.4 บูรณาการรายวิชา
ไม้บรรทัด โปรแทรกเตอร์ วงเวียน กระดานกราฟ	กระดาษ ดินสอ/ปากกา ยางลบ	เครื่องคิดเลข คอมพิวเตอร์ โปรแกรม	- ช่วยให้เข้าใจ นิยามพื้นฐาน เช่น พลังงาน ความร้อน งาน และสมดุล - เห็นภาพการทำงานของระบบจริง เช่น เครื่องยนต์ ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ

			- พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม - เชื่อมโยงกับวิชาอื่น

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. แบ่งกลุ่มผู้เรียน (ถ้ามีกิจกรรมกลุ่ม)
2. กำหนดโจทย์หรือการทดลอง เช่น:
   - วัดความดันน้ำด้วยบารอมิเตอร์น้ำ
   - วัดความดันในท่อด้วยแมนอมิเตอร์
   - คำนวณความดันที่เกิดจากน้ำหนักของของเหลว

7. สรุปและอภิปราย

1. ความดัน คือแรงที่กระทำในแนวตั้งฉากต่อพื้นที่ (Force/Area)
2. ของเหลวในภาชนะจะเกิดความดันที่ก้นภาชนะ ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของของเหลวและความสูงของของเหลว
3. ความดันเกจ วัดความแตกต่างระหว่างความดันของของเหลวกับความดันบรรยากาศ
4. ความดันสัมบูรณ์ คือความดันจริงรวมกับความดันบรรยากาศ
5. เครื่องมือที่ใช้วัดความดัน เช่น บารอมิเตอร์ และ แมนอมิเตอร์ สามารถอ่านค่าความดันและใช้คำนวณได้

8. การประเมินผล

รายการ	**ผลการวัด / ข้อสังเกต**
1.ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา	
2.ผู้เรียนทำกิจกรรสอกคล้องกับเนื้อหา	
3.ผู้เรียนได้เรียนและทำกิจกรรมส่งเสริมกระบวนการคิด	
4.ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำงานจริง	

9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

	ใบงาน ที่ 2	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ความดันและการวัดความดัน	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน ความดันและการวัดความดัน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ความดัน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากแรงที่กระทำในแนวที่ตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดต่อหนึ่ง หน่วยพื้นที่

ความดันบรรยากาศ หมายถึง ปริมาณของน้ำหนักอากาศที่กระทำต่อพื้นที่หน้าตัดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่

ความดันเกจ หมายถึง ค่าความดันที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดความดัน ซึ่งอาจจะมีค่าสูงกว่าหรือต่ำกว่าความดันบรรยากาศก็ได้

ความดันสัมบูรณ์ หมายถึง ค่าความดันที่ได้จากความดันเกจรวมกับความดันบรรยากาศ**2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ**

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับความดันและการวัดความดัน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. ความหมายของความดัน
2. หลักการเกิดความดัน
3. การคำนวณหาค่าความดัน

4.2 ด้านทักษะ

1. บอกความหมายของความดันได้
2. อธิบายหลักการเกิดความดันได้
3. คำนวณหาค่าความดันบรรยากาศได้
4. คำนวณหาค่าความดันที่วัดจากเครื่องมือวัดความดันได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	5.2 วัสดุงาน	5.3 วัสดุช่วยงาน	5.4 บูรณาการรายวิชา
ไม้บรรทัด โปรแทรกเตอร์ วงเวียน กระดานกราฟ	กระดาษ ดินสอ/ปากกา ยางลบ	เครื่องคิดเลข คอมพิวเตอร์ โปรแกรม	- ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ลึกขึ้น - เห็นการนำไปใช้ในชีวิตจริง - พัฒนาทักษะคิดวิเคราะห์และเชื่อมโยงความรู้

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

---

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ระวังไม่ให้เครื่องมือเสียหาย
2. ปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างรอบคอบ
3. ทำงานร่วมกับเพื่อนอย่างมีระเบียบวินัยและปลอดภัย

8. สรุปและวิจารณ์ผล

1. ความดัน คือแรงที่กระทำในแนวตั้งฉากต่อพื้นที่ (Force/Area)
2. ของเหลวในภาชนะจะเกิดความดันที่ก้นภาชนะ ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของของเหลวและความสูงของของเหลว
3. ความดันเกจ วัดความแตกต่างระหว่างความดันของของเหลวกับความดันบรรยากาศ
4. ความดันสัมบูรณ์ คือความดันจริงรวมกับความดันบรรยากาศ
5. เครื่องมือที่ใช้วัดความดัน เช่น บารอมิเตอร์ และ แมนอมิเตอร์ สามารถอ่านค่าความดันและใช้คำนวณได้

9. การประเมินผล

ชื่อ-สกุล..... รหัสประจำตัวนักเรียน.....
ระดับชั้น..... กลุ่ม..... แผนกวิชา.....
ใบปฏิบัติงานที่..... วิชา.....

จุดที่	ขนาดตามแบบ	พิกัดที่กำหนด	คะแนนเต็ม	ขนาดที่วัดได้	คะแนนที่ได้
		รวม			

9.1 เกณฑ์การประเมิน

หมายเหตุ	ผลการประเมิน
	ได้ร้อยละ 80-100 ดีมาก 70-79 ดี 60-69 พอใช้ 50-59 ต้องปรับปรุง น้อยกว่า 50 ต่ำกว่าเกณฑ์

ลงชื่อ..... (.....) นักเรียน-นักศึกษา	ลงชื่อ..... (.....) ผู้ตรวจ	คะแนนที่ได้ .....

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

	ใบมอบหมายงาน ที่ 2	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ความดันและการวัดความดัน	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน ความดันและการวัดความดัน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

ความดัน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากแรงที่กระทำในแนวที่ตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดต่อหนึ่ง หน่วยพื้นที่

ความดันบรรยากาศ หมายถึง ปริมาณของน้ำหนักอากาศที่กระทำต่อพื้นที่หน้าตัดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่

ความดันเกจ หมายถึง ค่าความดันที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดความดัน ซึ่งอาจจะมีค่าสูงกว่าหรือต่ำกว่าความดันบรรยากาศก็ได้

ความดันสัมบูรณ์ หมายถึง ค่าความดันที่ได้จากความดันเกจรวมกับความดันบรรยากาศ**2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ**

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับความดันและการวัดความดัน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. ความหมายของความดัน
2. หลักการเกิดความดัน
3. การคำนวณหาค่าความดัน

4.2 ด้านทักษะ

1. บอกความหมายของความดันได้
2. อธิบายหลักการเกิดความดันได้
3. คำนวณหาค่าความดันบรรยากาศได้
4. คำนวณหาค่าความดันที่วัดจากเครื่องมือวัดความดันได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. รายละเอียดของงาน

1. เตรียมเครื่องมือและวัสดุทดลอง
2. เติมของเหลวในภาชนะหรือท่อ
3. ใช้เครื่องมือวัดความดัน เช่น บารอมิเตอร์หรือแมนอมิเตอร์
4. บันทึกค่าที่อ่านได้และคำนวณความดัน
5. วิเคราะห์ผลและเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณ
6. สรุปผลและอภิปรายข้อผิดพลาด

6. กำหนดเวลาส่งงาน หลังการการสอนเสร็จสิ้น

7. แนวทางในการปฏิบัติงาน

1. ทำงานอย่างเป็นขั้นตอนและรอบคอบ
2. รักษาความปลอดภัยของเครื่องมือและผู้ปฏิบัติ
3. ปฏิบัติตามคำแนะนำของครูหรือผู้ควบคุมอย่างเคร่งครัด
4. ร่วมมือและเคารพเพื่อนร่วมกลุ่ม

8. แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

9. การประเมินผล

รายการ	**ผลการวัด / ข้อสังเกต**
1.ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา	
2.ผู้เรียนทำกิจกรรสอกคล้องกับเนื้อหา	
3.ผู้เรียนได้เรียนและทำกิจกรรมส่งเสริมกระบวนการคิด	
4.ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำงานจริง	

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.. .....

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ละเว้นอบายมุข	ความซื่อสัตย์	ความเสียสละ	จิตอาสา	อดทน	ประหยัด	ซื่อสัตย์	สุภาพ	ตรงต่อเวลา		
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

<u>หมายเหตุ</u> - **เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์**

3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้นำได้

2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1) วัน เดือน ปี .....สอนครั้งที่ .../.... สาขา/ชั้นปี .....จำนวนผู้เรียน.....คน มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

2) หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

.....

❑ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ❑ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

3) กิจกรรม/วิธีการสอน

❑ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ❑ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/

❑ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ❑ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

❑ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ❑ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน

❑ อื่น ๆ (ระบุ).....

4) สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ : .....

11.2 ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

1) การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน : .....

.....

2) สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ : .....

.....

3) สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม : .....

.....

4) ผลการสอนของครู : .....

.....

5) ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย : .....

.....

11.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน/แก้ปัญหา

1) ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ : .....

.....

2) แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน: .....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 4-5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ อุณหภูมิและความร้อน	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่อเรื่อง/อุณหภูมิและความร้อน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อุณหภูมิ หมายถึง สมบัติของระบบเพื่อแสดงถึงระดับพลังงานความร้อน เป็นการแทนความรู้สึกทั่วไปของคำว่าร้อนและเย็น โดยสิ่งที่อุณหภูมิสูงกว่าจะถูกกล่าวว่าร้อนกว่าสิ่งที่อุณหภูมิต่ำกว่า โดยปกติความร้อนจะมีการถ่ายเทจากอุณหภูมิสูงสู่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นไปตามกฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับอุณหภูมิและความร้อน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. อุณหภูมิและสเกลอุณหภูมิ
2. ค่าความร้อนจำเพาะ
3. กฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์

4.2 ด้านทักษะ

1. บอกความหมายของความดันได้
2. อธิบายหลักการเกิดความดันได้
3. คำนวณหาค่าความดันบรรยากาศได้
4. คำนวณหาค่าความดันที่วัดจากเครื่องมือวัดความดันได้

4.3 คุณลักษณะที่พึ่งประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. สาระการเรียนรู้

1. บอกความหมายของความดันได้
2. อธิบายหลักการเกิดความดันได้
3. คำนวณหาค่าความดันบรรยากาศได้
4. คำนวณหาค่าความดันที่วัดจากเครื่องมือวัดความดันได้

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารของวิทยาลัยฯ
2. ครูแนะนำคำอธิบายรายวิชาจุดประสงค์ของรายวิชา และสมรรถนะรายวิชา และเป้าหมายของการศึกษา

3. ครูแนะนำเกณฑ์การให้คะแนน การวัดประเมินผล การลา และจำนวนคาบที่ขาดได้
4. ครูชี้แจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียน เรื่อง อุณหภูมิและความร้อน
5. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 3
6. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 3 จากครู
7. ครูสำรวจความพร้อมของนักเรียน

6.2 ขั้นให้เนื้อหาและการสอน

1. นักเรียนเปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 อุณหภูมิและความร้อน
2. นักเรียนฟังอธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนจากครู
3. นักเรียนเรียนช่วยกันอภิปรายถึงการทำงานอย่างไรให้มีความปลอดภัย
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
5. นักเรียนและครูร่วมเฉลยแบบฝึกหัด และแลกเปลี่ยนเหตุผลระหว่างกัน

6.3 ขั้นสรุปและการประยุกต์

1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ตอบข้อซักถามและสรุปเนื้อหาโดยสรุป

7. สื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 3, PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน วิดีโอสั้นเกี่ยวกับอุณหภูมิและความร้อน

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. ผลการทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 3
2. ผลการทำแบบทดสอบหน่วยที่ 3
3. ผลการตรวจแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 3

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. ผลการทำแบบฝึกหัดที่ 3
2. ผลประเมินการการนำเสนอกิจกรรมหัวข้ออุณหภูมิและความร้อน

9. การวัดและประเมินผล

เครื่องมือวัด	วิธีวัด	การประเมินตามเกณฑ์
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre–test) หน่วยที่ 3	ทดสอบ-ตรวจแบบทดสอบ	(ไว้เปรียบเทียบกับหลังเรียน)
2. แบบทดสอบหน่วยที่ 3	ปฏิบัติ-ตรวจแบบฝึกหัด	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. แบบฝึกหัดที่ 3	ปฏิบัติ-ประเมิน	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 3	ทดสอบ-ตรวจแบบทดสอบ	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	สังเกต/ผู้เรียนประเมินตนเอง	เกณฑ์ผ่าน 70%

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

	ใบความรู้ ที่ 3	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 4-5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ อุณหภูมิและความร้อน	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่อเรื่อง อุณหภูมิและความร้อน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อุณหภูมิ หมายถึง สมบัติของระบบเพื่อแสดงถึงระดับพลังงานความร้อน เป็นการแทนความรู้สึกทั่วไปของคำว่าร้อนและเย็น โดยสิ่งที่อุณหภูมิสูงกว่าจะถูกกล่าวว่าร้อนกว่าสิ่งที่อุณหภูมิต่ำกว่า โดยปกติความร้อนจะมีการถ่ายเทจากอุณหภูมิสูงสู่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นไปตามกฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับอุณหภูมิและความร้อน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. อุณหภูมิและสเกลอุณหภูมิ
2. ค่าความร้อนจำเพาะ
3. กฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์

4.2 ด้านทักษะ

1. บอกความหมายของความดันได้
2. อธิบายหลักการเกิดความดันได้
3. คำนวณหาค่าความดันบรรยากาศได้
4. คำนวณหาค่าความดันที่วัดจากเครื่องมือวัดความดันได้

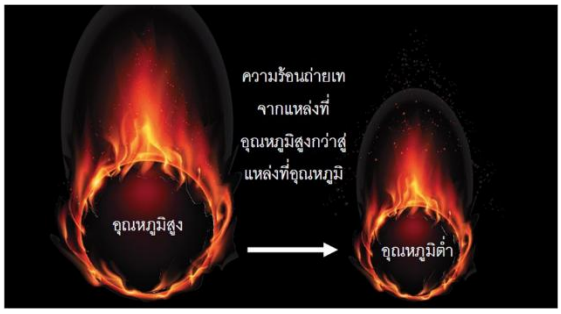
4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เนื้อหาสาระ

3.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิ (Temperature) หมายถึง สมบัติของระบบเพื่อแสดงถึงระดับพลังงานความร้อน เป็นการแทนความรู้สึกทั่วไปของคำว่าร้อน และเย็น



3.2 สเกลอุณหภูมิ

การวัดค่าอุณหภูมิจะใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า เทอร์โมมิเตอร์ และสเกลของอุณหภูมิ (Temperature Scale) ในหน่วยต่าง ๆ มีดังนี้ ระบบเอสไอ วัดเป็นเคลวิน (K) ระบบเมตริก วัดเป็นองศาเซลเซียส (°C) ระบบอังกฤษ วัดเป็นองศาฟาเรนไฮต์ (°F) และแรงคิน (R) โดยสามารถเปรียบเทียบได้ดังนี้

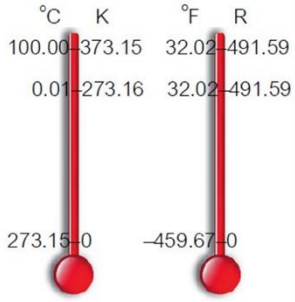
$$T(K) = T(^{\circ}C) + 273.15$$

$$T(R) = T(^{\circ}F) + 459.67$$

$$T(R) = 1.8\,T(K)$$

$$T(^{\circ}F) = 1.8T(^{\circ}C) + 32$$

ถ้าสามารถลดอุณหภูมิของแก๊สออกซิเจนและแก๊สไนโตรเจนจนกระทั่งโมเลกุลของแก๊สทั้งสองหยุดการเคลื่อนที่ (หรือเกือบหยุด) จะได้ออกซิเจนแข็งและไนโตรเจนแข็ง อุณหภูมิที่จุดนี้เรียกว่า อุณหภูมิศูนย์สัมบูรณ์



การเปรียบเทียบสเกลอุณหภูมิในระบบต่าง ๆ

ตัวอย่างที่ 3.1 วัตถุชิ้นหนึ่งมีอุณหภูมิเท่ากับ 40 K มีค่าเท่ากับกี่องศาเซลเซียส

วิธีทำ

จากสมการ $T(K) = T(^{\circ}C) + 273$

ดังนั้น $T(^{\circ}C) = T(K) - 273$

แทนค่า $= 40\,(K) - 273$

$40\ K = -233\ ^{\circ}C$ ตอบ

ตัวอย่างที่ 3.2 วัตถุชิ้นหนึ่งมีอุณหภูมิ 20 °C มีค่าเท่ากับกี่องศาฟาเรนไฮต์

วิธีทำ

จากสมการ $T\ (^{\circ}F) = 1.8T\ (^{\circ}C) + 32$

$= 1.8 \times 20\ (^{\circ}C) + 32$

$20\ ^{\circ}C = 68\ ^{\circ}F$ **ตอบ**

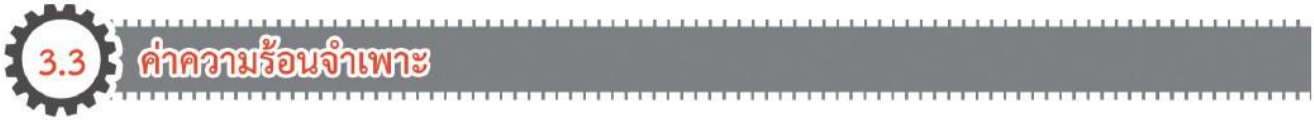
ตัวอย่างที่ 3.3 วัตถุชิ้นหนึ่งมีอุณหภูมิ 60 K มีค่าเท่ากับกี่แรงคิน

วิธีทำ

จากสมการ $T\ (R) = 1.8T\ (K)$

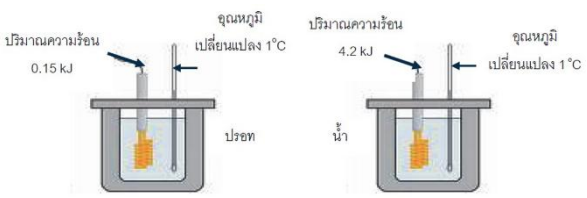
$= 1.8 \times 60\ (K)$

$60\ K = 108\ R$ **ตอบ**



ค่าความร้อนจำเพาะ (Specific Heat) หมายถึง พลังงานที่ให้กับสารหนึ่งหน่วยมวลแล้วส่งผลให้อุณหภูมิของสารนั้นเพิ่มขึ้น 1 หน่วยอุณหภูมิ

ถ้าให้ความร้อนแก่สาร 2 ชนิดที่มวลเท่ากัน เช่น ปรอทกับน้ำ โดยทำให้อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปเท่ากัน คือ 1 องศาเซลเซียส ปรอทต้องถ่ายเทความร้อน 0.15 kJขณะที่น้ำต้องถ่ายเทความร้อน 4.2 kJ นั่นแสดงว่าสารทั้ง 2 ชนิดมีค่าความร้อนจำเพาะ ต่างกัน



ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนและค่าความร้อนจำเพาะ

3.3.1 ความร้อนจำเพาะโดยปริมาตรคงที่ (C_v)

ความร้อนจำเพาะโดยปริมาตรคงที่ (C_v) หมายถึง พลังงานที่ให้กับสารหนึ่งหน่วยมวลแล้วส่งผลให้อุณหภูมิของสารนั้นเพิ่มขึ้น 1 หน่วยอุณหภูมิ ตามกระบวนการปริมาตรคงที่

3.3.2 ความร้อนจำเพาะโดยความดันคงที่ (C_p)

ความร้อนจำเพาะโดยความดันคงที่ (C_p) หมายถึง พลังงานที่ให้กับสารหนึ่งหน่วยมวลแล้วส่งผลให้อุณหภูมิของสารนั้นเพิ่มขึ้น 1 หน่วยอุณหภูมิ ตามกระบวนการความดันคงที่

ค่าความร้อนจำเพาะแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ความร้อนจำเพาะโดยปริมาตรคงที่ (C_v) และความร้อนจำเพาะโดยความดันคงที่ (C_p)

3.4 กฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์

เพื่อให้การศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของพลังงานที่เกี่ยวข้องทางอุณหพลศาสตร์เข้าใจยิ่งขึ้น จึงสมควรศึกษาเกี่ยวกับกฎของอุณหพลศาสตร์ โดยกฎข้อที่ศูนย์ (The Zeroth Law) จะเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิและความร้อน กฎข้อที่หนึ่งจะเกี่ยวข้องกับพลังงาน และกฎข้อที่สองจะเกี่ยวข้องกับกลวัตรเครื่องจักรทางความร้อน

กฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์ กล่าวไว้ว่า เมื่อวัตถุสองชิ้นอยู่ในสมดุลกับวัตถุชิ้นที่ 3 แสดงว่า วัตถุสองชิ้นอยู่ในสมดุลความร้อนต่อกันด้วย กฎข้อนี้เป็นกฎที่ได้จากการทดลองและเป็นหลักการในการวัดอุณหภูมิของวัตถุต่าง ๆ ด้วยเครื่องมือวัดอุณหภูมิหรือเทอร์โมมิเตอร์

3.5 ความร้อน

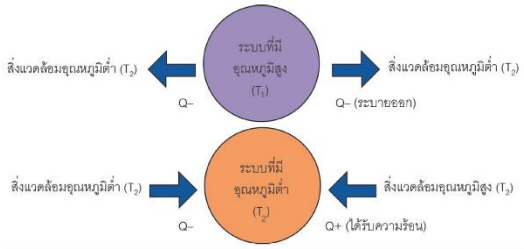
ตารางที่ 3.1 ค่าความร้อนจำเพาะเฉลี่ยของสารบางชนิด

ของแข็ง		ของเหลว	
สาร	ความร้อนจำเพาะ 1 J /kg.K	สาร	ความร้อนจำเพาะ 1 J/ kg.K
แก้วคราวน์	674	กลีเซอรีน	2,429
ดีบุก	230	เบนซิล	1,718
ตะกั่ว	130	ปรอท	138
ทองแดง	394	อีเธอร์	2,219
ทองเหลือง	385	เอธิลแอลกอฮอล์	2,303
นิเกิล	460		
สังกะสี	394		
เหล็กกล้า	480		
เหล็กหล่อ	477		
อะลูมิเนียม	917		

ความร้อน (Heat) หมายถึง พลังงานที่ถ่ายเทจากสสารหรือระบบหนึ่งไปยังสสารหรือระบบอื่นโดยอาศัยความแตกต่างของอุณหภูมิ โดยเมื่อนำสสารสองชนิดที่มีอุณหภูมิต่างกันมาไว้ด้วยกัน จะมีการถ่ายเทความร้อนอุณหภูมิของสสารที่เย็นกว่าจะสูงขึ้น

ความร้อนสามารถถ่ายเทระหว่างวัตถุได้ 3 วิธี คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน

“ความร้อนเป็นพลังงานที่ถ่ายเทข้ามขอบเขตของระบบที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่ระบบอื่นหรือสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า” ซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ Q โดยกำหนดลักษณะการถ่ายเทของ



การถ่ายเทของความร้อนระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม

3.6 หน่วยของความร้อน

เนื่องจากความร้อนเป็นรูปหนึ่งของพลังงาน จึงมีหน่วยเดียวกับพลังงาน ซึ่งหน่วยเอสไอของความร้อน คือ จูล (J) และได้กำหนดในเรื่องการวัดปริมาตรของความร้อน คือ แคลอรี ตัวย่อ คือ Cal ซึ่งนิยามว่าเป็นปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 กรัม อุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส

3.7 การหาค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเท

จากที่กล่าวมาแล้วว่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของวัตถุรวมถึงผลต่างของอุณหภูมิจึงสามารถหาค่าความร้อนได้จากสมการ

$$Q = mC(T_2 - T_1)$$

เมื่อ
- C คือ ความร้อนจำเพาะของสาร (J/kg.K)
- m คือ มวลของสาร (kg)
- T_2 คือ อุณหภูมิสุดท้ายของสาร (K)
- T_1 คือ อุณหภูมิเดิมของสาร (K)
- Q คือ ปริมาณความร้อนถ่ายเท (J)

ตัวอย่างที่ 3.4 อลูมิเนียม 20 kg ร้อนจาก 30 °C ถึง 95 °C ต้องใช้ความร้อนถ่ายเทเท่าไร

วิธีทำ

อลูมิเนียมมวล = 20kg

ค่าความร้อนจำเพาะโจทย์ไม่ได้กำหนดให้ แต่เมื่อดูจากตารางซึ่งเป็นอลูมิเนียมจะมีค่าความร้อนจำเพาะเท่ากับ 917 J/ kg.K

อุณภูมิเริ่มต้น T_1 = 30 + 273 = 303 K

อุณภูมิสุดท้าย T_2 = 95 + 273 = 368 K

จากสมการ Q = $mC(T_2 - T_1)$

= $20 \times 917 \times (368 - 303)$

Q = 1,192,100 J

ถ่ายเทความร้อนเข้า = 1192.1 kJ **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 3.5 เหล็ก 4 kg ให้ความร้อนถ่ายเทเข้าไป 204 J ซึ่งทำให้เหล็กร้อนจาก 15 °C ถึง 100 °C ค่าความร้อนจำเพาะของเหล็กเท่ากับเท่าไร

วิธีทำ

จากสมการ Q = $mC(T_2 - T_1)$

ดังนั้น C = $\frac{Q}{m(T_2 - T_1)}$

เมื่อ Q = 204 J (เครื่องหมายเป็นบวกเมื่อถ่ายเทเข้า)

m = 4 kg

T_2 = 100 + 273 = 373 K

T_1 = 15 + 273 = 288 K

แทนค่าได้ C = $\frac{204}{4(373 - 288)}$

= 0.6 J/kg.K

ค่าความร้อนจำเพาะของเหล็ก = 0.6 J/kg.K **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 3.6 ให้ความร้อนน้ำมวล 2 kg จากอุณหภูมิ 50 oC ถึง 100 °C เมื่อค่าความร้อนจำเพาะของน้ำที่อุณหภูมิ 50 °C เท่ากับ 4,187 J/kg.K และที่อุณหภูมิ 100 °C เท่ากับ 4,195 J/kg.K จงหาค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทให้กับน้ำจำนวนนี้

วิธีทำ

จากสมการ Q = $mC(T_2 - T_1)$

มวลของน้ำ = 2 kg

ค่าความร้อนจำเพาะเฉลี่ย = $\frac{4,187 + 4,195}{2}$ = 4,191 J/kg.K

อุณภูมิเริ่มต้น T_1 = 50 + 273 = 323 K

อุณภูมิสุดท้าย T_2 = 100 + 273 = 373 K

จากสมการ $Q = mC(T_2 - T_1)$

$= 2 \times 4191 \times (373 - 323)$

$= 419{,}100$ J

ปริมาณความร้อนถ่ายเทเข้า $= 419.1$ kJ **ตอบ**

สำหรับกรณีที่ของไหลบรรจุอยู่ในภาชนะ เมื่อของไหลบรรจุในภาชนะความร้อนที่ถ่ายเทจะต้องถ่ายเทให้กับภาชนะและของไหลนั้น ดังนั้นจึงต้องหาค่าความร้อนแต่ละอย่างแล้วนำมารวมกัน

ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นทั้งหมด = ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทให้กับภาชนะ + ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทให้กับของไหล + ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทให้กับวัตถุในระบบ

$$Q_{net} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

เมื่อ Q_1 คือ ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทให้กับภาชนะ (J)

Q_2 คือ ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทให้กับของไหล (J)

Q_3 คือ ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทให้กับวัตถุในระบบ (J)

ตัวอย่างที่ 3.7 อีเทอร์มวล 9 kg บรรจุในภาชนะสังกะสีมวล 5 kg อุณหภูมิเริ่มต้น 80 °C ทำให้ร้อนถึง 100 °C จงหาค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเท

วิธีทำ

จากสมการ $Q = mC(T_2 - T_1)$

ความร้อนที่ถ่ายเทให้กับอีเทอร์ $= 9 \times 2219 \times (373 - 353)$

$Q_{อีเทอร์} = 399420$ J

ความร้อนที่ถ่ายเทให้กับสังกะสี $= 5 \times 394 \times (373 - 353)$

$Q_{สังกะสี} = 39{,}400$ J

และจากสมการ $Q_{net} = Q_1 + Q_2$

$= 399{,}420 + 39{,}400$ J

$Q_{net} = 438{,}820$ J

ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเททั้งหมด $= 438.820$ kJ **ตอบ**

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. หน่วยมาตรฐานของอุณหภูมิในระบบ SI คือข้อใด
    ก. องศาเซลเซียส (°C)
    ข. องศาฟาเรนไฮต์ (°F)
    ค. เคลวิน (K)
    ง. เรดเดียน (R)
2. อุณหภูมิของน้ำแข็งบริสุทธิ์ในหน่วยเคลวินคือเท่าไร
    ก. 0 K
    ข. 273 K
    ค. 100 K
    ง. 373 K
3. สูตรการแปลงอุณหภูมิจาก °C เป็น K คือข้อใด
    ก. K = °C − 273
    ข. K = °C + 273
    ค. K = °C × 9/5 + 32
    ง. K = °C × 5/9
4. การถ่ายเทความร้อนจากวัตถุร้อนสู่วัตถุเย็นเรียกว่าอะไร
    ก. การคายความร้อน
    ข. การให้ความร้อน
    ค. การถ่ายเทความร้อน
    ง. การสะท้อนความร้อน
5. วิธีการถ่ายเทความร้อนแบบที่เกิดจากการไหลตัวของของไหลเรียกว่าอะไร
    ก. การพาความร้อน
    ข. การนำความร้อน
    ค. การแผ่รังสี
    ง. การสะท้อน
6. ถ้าให้ความร้อน 500 J แก่วัตถุที่มีมวล 2 kg และค่าความร้อนจำเพาะ 1000 J/kg·K อุณหภูมิของวัตถุเพิ่มขึ้นเท่าไร
    ก. 0.25 K
    ข. 0.5 K
    ค. 0.75 K
    ง. 1.0 K
7. อุณหภูมิของน้ำเดือดที่ความดันบรรยากาศมาตรฐานคือเท่าไร
    ก. 0 °C
    ข. 50 °C
    ค. 212 °C
    ง. 100 °C

8. เมื่อความร้อนถูกถ่ายเทไปยังวัตถุหนึ่ง อุณหภูมิของวัตถุจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
    ก. เพิ่มขึ้น
    ข. ลดลง
    ค. คงที่
    ง. ขึ้นหรือลงขึ้นอยู่กับทิศทางของการถ่ายเท
9. การถ่ายเทความร้อนแบบไม่ต้องสัมผัสตัวกลางเรียกว่าอะไร
    ก. การนำความร้อน
    ข. การพาความร้อน
    ค. การแผ่รังสี
    ง. การสะท้อนความร้อน
10. พลังงานความร้อนที่ต้องใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิของวัตถุขึ้น 1 K มีความสัมพันธ์กับข้อใด
    ก. มวลของวัตถุ
    ข. ค่าความร้อนจำเพาะของวัตถุ
    ค. ทั้งมวลและค่าความร้อนจำเพาะ
    ง. ไม่มีความสัมพันธ์

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. หน่วยมาตรฐานของอุณหภูมิในระบบ SI คือข้อใด
    ก. องศาเซลเซียส (°C)
    ข. องศาฟาเรนไฮต์ (°F)
    ค. เคลวิน (K)
    ง. เรดเดียน (R)
2. อุณหภูมิของน้ำแข็งบริสุทธิ์ในหน่วยเคลวินคือเท่าไร
    ก. 0 K
    ข. 273 K
    ค. 100 K
    ง. 373 K
3. สูตรการแปลงอุณหภูมิจาก °C เป็น K คือข้อใด
    ก. K = °C − 273
    ข. K = °C + 273
    ค. K = °C × 9/5 + 32
    ง. K = °C × 5/9

4. การถ่ายเทความร้อนจากวัตถุร้อนสู่วัตถุเย็นเรียกว่าอะไร

ก. การคายความร้อน

ข. การให้ความร้อน

ค. การถ่ายเทความร้อน

ง. การสะท้อนความร้อน

5. วิธีการถ่ายเทความร้อนแบบที่เกิดจากการไหลตัวของของไหลเรียกว่าอะไร

ก. การพาความร้อน

ข. การนำความร้อน

ค. การแผ่รังสี

ง. การสะท้อน

6. ถ้าให้ความร้อน 500 J แก่วัตถุที่มีมวล 2 kg และค่าความร้อนจำเพาะ 1000 J/kg·K อุณหภูมิของวัตถุเพิ่มขึ้นเท่าไร

ก. 0.25 K

ข. 0.5 K

ค. 0.75 K

ง. 1.0 K

7. อุณหภูมิของน้ำเดือดที่ความดันบรรยากาศมาตรฐานคือเท่าไร

ก. 0 °C

ข. 50 °C

ค. 212 °C

ง. 100 °C

8. เมื่อความร้อนถูกถ่ายเทไปยังวัตถุหนึ่ง อุณหภูมิของวัตถุจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ก. เพิ่มขึ้น

ข. ลดลง

ค. คงที่

ง. ขึ้นหรือลงขึ้นอยู่กับทิศทางของการถ่ายเท

9. การถ่ายเทความร้อนแบบไม่ต้องสัมผัสตัวกลางเรียกว่าอะไร

ก. การนำความร้อน

ข. การพาความร้อน

ค. การแผ่รังสี

ง. การสะท้อนความร้อน

10. พลังงานความร้อนที่ต้องใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิของวัตถุขึ้น 1 K มีความสัมพันธ์กับข้อใด

ก. มวลของวัตถุ

ข. ค่าความร้อนจำเพาะของวัตถุ

ค. ทั้งมวลและค่าความร้อนจำเพาะ

ง. ไม่มีความสัมพันธ์

	ใบกิจกรรม ที่ 3	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 4-5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ อุณหภูมิและความร้อน	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน อุณหภูมิและความร้อน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อุณหภูมิ หมายถึง สมบัติของระบบเพื่อแสดงถึงระดับพลังงานความร้อน เป็นการแทนความรู้สึกทั่วไปของคำว่าร้อนและเย็น โดยสิ่งที่อุณหภูมิสูงกว่าจะถูกกล่าวว่าร้อนกว่าสิ่งที่อุณหภูมิต่ำกว่า โดยปกติความร้อนจะมีการถ่ายเทจากอุณหภูมิสูงสู่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นไปตามกฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับอุณหภูมิและความร้อน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. อุณหภูมิและสเกลอุณหภูมิ
2. ค่าความร้อนจำเพาะ
3. กฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์

4.2 ด้านทักษะ

1. บอกความหมายของความดันได้
2. อธิบายหลักการเกิดความดันได้
3. คำนวณหาค่าความดันบรรยากาศได้
4. คำนวณหาค่าความดันที่วัดจากเครื่องมือวัดความดันได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	5.2 วัสดุงาน	5.3 วัสดุช่วยงาน	5.4 บูรณาการรายวิชา
ไม้บรรทัด โปรแทรกเตอร์ วงเวียน กระดานกราฟ	กระดาษ ดินสอ/ปากกา ยางลบ	เครื่องคิดเลข คอมพิวเตอร์ โปรแกรม	- ช่วยให้เข้าใจ นิยามพื้นฐาน เช่น พลังงาน ความร้อน งาน และสมดุล - เห็นภาพการทำงานของระบบจริง เช่น เครื่องยนต์ ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ

			- พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม - เชื่อมโยงกับวิชาอื่น

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. กำหนดโจทย์หรือวัตถุประสงค์ เช่น
   - วัดอุณหภูมิของน้ำขณะร้อนขึ้น
   - เปรียบเทียบความร้อนจำเพาะของวัตถุต่าง ๆ
2. ระบุปริมาณของวัตถุและความร้อนที่ใช้
3. จัดเตรียมวิธีการบันทึกผลอย่างเป็นระบบ

7. สรุปและอภิปราย

1. การวัดอุณหภูมิและความร้อนช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่าง ความร้อนที่ให้และอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง
2. ค่าที่ได้จากการทดลองมักใกล้เคียงกับทฤษฎี แต่มีความคลาดเคลื่อนบางส่วนจาก:
   - การสูญเสียความร้อนสู่สิ่งแวดล้อม
   - การอ่านค่าเทอร์โมมิเตอร์ไม่แม่น
   - ความไม่สม่ำเสมอของวัตถุหรือของเหลว
3. การอภิปรายช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน ความร้อน และอุณหภูมิ ชัดเจนขึ้น

8. การประเมินผล

รายการ	**ผลการวัด / ข้อสังเกต**
1.ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา	
2.ผู้เรียนทำกิจกรรสอกคล้องกับเนื้อหา	
3.ผู้เรียนได้เรียนและทำกิจกรรมส่งเสริมกระบวนการคิด	
4.ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำงานจริง	

9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

	ใบงาน ที่ 3	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 4-5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ อุณหภูมิและความร้อน	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน อุณหภูมิและความร้อน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อุณหภูมิ หมายถึง สมบัติของระบบเพื่อแสดงถึงระดับพลังงานความร้อน เป็นการแทนความรู้สึกทั่วไปของคำว่าร้อนและเย็น โดยสิ่งที่อุณหภูมิสูงกว่าจะถูกกล่าวว่าร้อนกว่าสิ่งที่อุณหภูมิต่ำกว่า โดยปกติความร้อนจะมีการถ่ายเทจากอุณหภูมิสูงสู่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นไปตามกฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับอุณหภูมิและความร้อน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. อุณหภูมิและสเกลอุณหภูมิ
2. ค่าความร้อนจำเพาะ
3. กฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์

4.2 ด้านทักษะ

1. บอกความหมายของความดันได้
2. อธิบายหลักการเกิดความดันได้
3. คำนวณหาค่าความดันบรรยากาศได้
4. คำนวณหาค่าความดันที่วัดจากเครื่องมือวัดความดันได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	5.2 วัสดุงาน	5.3 วัสดุช่วยงาน	5.4 บูรณาการรายวิชา
ไม้บรรทัด โปรแทรกเตอร์ วงเวียน กระดานกราฟ	กระดาษ ดินสอ/ปากกา ยางลบ	เครื่องคิดเลข คอมพิวเตอร์ โปรแกรม	- ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ลึกขึ้น - เห็นการนำไปใช้ในชีวิตจริง - พัฒนาทักษะคิดวิเคราะห์และเชื่อมโยงความรู้

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

---

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ปฏิบัติอย่างระมัดระวังเมื่อใช้ความร้อน
2. รักษาความสะอาดและความปลอดภัยของอุปกรณ์
3. ทำงานร่วมกับเพื่อนร่วมกลุ่มอย่างมีระเบียบวินัย
4. จัดเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อยหลังทำกิจกรรม

8. สรุปและวิจารณ์ผล

1. การวัดอุณหภูมิและความร้อนช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่าง ความร้อนที่ให้และอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง
2. ค่าที่ได้จากการทดลองมักใกล้เคียงกับทฤษฎี แต่มีความคลาดเคลื่อนบางส่วนจาก:
   - การสูญเสียความร้อนสู่สิ่งแวดล้อม
   - การอ่านค่าเทอร์โมมิเตอร์ไม่แม่น
   - ความไม่สม่ำเสมอของวัตถุหรือของเหลว
3. การอภิปรายช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน ความร้อน และอุณหภูมิ ชัดเจนขึ้น

9. การประเมินผล

ชื่อ-สกุล..... รหัสประจำตัวนักเรียน.....
ระดับชั้น..... กลุ่ม..... แผนกวิชา.....
ใบปฏิบัติงานที่..... วิชา.....

จุดที่	ขนาดตามแบบ	พิกัดที่กำหนด	คะแนนเต็ม	ขนาดที่วัดได้	คะแนนที่ได้
		รวม			

9.1 เกณฑ์การประเมิน

หมายเหตุ	ผลการประเมิน
	ได้ร้อยละ 80-100 ดีมาก 70-79 ดี 60-69 พอใช้ 50-59 ต้องปรับปรุง น้อยกว่า 50 ต่ำกว่าเกณฑ์

ลงชื่อ.....	ลงชื่อ.....	คะแนนที่ได้
(.....)	(.....)	.....
นักเรียน-นักศึกษา	ผู้ตรวจ	

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

	ใบมอบหมายงาน ที่ 3	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 4-5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ อุณหภูมิและความร้อน	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน อุณหภูมิและความร้อน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

อุณหภูมิ หมายถึง สมบัติของระบบเพื่อแสดงถึงระดับพลังงานความร้อน เป็นการแทนความรู้สึกทั่วไปของคำว่าร้อนและเย็น โดยสิ่งที่อุณหภูมิสูงกว่าจะถูกกล่าวว่าร้อนกว่าสิ่งที่อุณหภูมิต่ำกว่า โดยปกติความร้อนจะมีการถ่ายเทจากอุณหภูมิสูงสู่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นไปตามกฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับอุณหภูมิและความร้อน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. อุณหภูมิและสเกลอุณหภูมิ
2. ค่าความร้อนจำเพาะ
3. กฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์

4.2 ด้านทักษะ

1. บอกความหมายของความดันได้
2. อธิบายหลักการเกิดความดันได้
3. คำนวณหาค่าความดันบรรยากาศได้
4. คำนวณหาค่าความดันที่วัดจากเครื่องมือวัดความดันได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. รายละเอียดของงาน

1. เตรียมอุปกรณ์และวัสดุทดลอง
2. วัดมวลและอุณหภูมิเริ่มต้นของวัตถุ
3. ให้ความร้อนกับวัตถุหรือของเหลว
4. วัดอุณหภูมิเป็นช่วงเวลาและบันทึกผล
5. คำนวณการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและพลังงานความร้อน
6. วิเคราะห์ผลลัพธ์และเปรียบเทียบกับทฤษฎี
7. สรุปผลและอภิปรายข้อผิดพลาด

6. กำหนดเวลาส่งงาน หลังการการสอนเสร็จสิ้น

7. แนวทางในการปฏิบัติงาน

1. ปฏิบัติอย่างระมัดระวังเมื่อใช้ความร้อน
2. ทำงานร่วมกับเพื่อนร่วมกลุ่มอย่างมีระเบียบวินัย
3. รักษาความสะอาดและความปลอดภัยของอุปกรณ์
4. จัดเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อยหลังการทดลอง

8. แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

9. การประเมินผล

รายการ	**ผลการวัด / ข้อสังเกต**
1.ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา	
2.ผู้เรียนทำกิจกรรสอกคล้องกับเนื้อหา	
3.ผู้เรียนได้เรียนและทำกิจกรรมส่งเสริมกระบวนการคิด	
4.ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำงานจริง	

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.. .....

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ละเว้นอบายมุข	ความซื่อสัตย์	ความเสียสละ	จิตอาสา	อดทน	ประหยัด	ซื่อสัตย์	สุภาพ	ตรงต่อเวลา		
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

หมายเหตุ - **เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์**

3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้นำได้

2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1) วัน เดือน ปี .....สอนครั้งที่ .../.... สาขา/ชั้นปี .....จำนวนผู้เรียน.....คน มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

2) หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

.....

❑ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ❑ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

3) กิจกรรม/วิธีการสอน

❑ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ❑ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/

❑ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ❑ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

❑ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ❑ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน

❑ อื่น ๆ (ระบุ).....

4) สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ : .....

11.2 ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

1) การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน : .....

.....

2) สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ : .....

.....

3) สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม : .....

.....

4) ผลการสอนของครู : .....

.....

5) ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย : .....

.....

11.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน/แก้ปัญหา

1) ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ : .....

.....

2) แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน: .....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 6-7
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ พลังงานทางอุณหพลศาสตร์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่อเรื่อง/พลังงานทางอุณหพลศาสตร์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

พลังงาน หมายถึง ความสามารถของวัตถุ หรือ สารใดๆ ในการที่จะทำงานได้ ซึ่งพลังงาน มีหลายรูปแบบ สำหรับพลังงานที่เกี่ยวข้องและนำมาใช้ในระบบอุณหพลศาสตร์ ประกอบด้วยพลังงานต่างๆ ดังนี้ คือ พลังงานศักย์ พลังงานจลน์ งาน ความร้อน พลังงานภายใน พลังงาน - การไหล และเอนทัลปี

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับพลังงานทางอุณหพลศาสตร์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. ความหมายของพลังงาน
2. รูปของพลังงานในระบบอุณหพลศาสตร์
3. กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์สำหรับระบบปิด
4. กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์สำหรับระบบเปิด

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายลักษณะการเกิดของพลังงานในรูปแบบต่างๆ ได้
2. คำนวณหาค่าพลังงานในรูปแบบต่างๆ ได้
3. คำนวณหาค่าเอนทัลปีที่สัมพันธ์กับพลังงานรูปอื่นได้
4. อธิบายกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์สำหรับระบบปิดและระบบเปิดได้
5. คำนวณหาค่าพลังงานจากสมการในระบบปิดได้
6. คำนวณหาค่าพลังงานจากสมการในระบบเปิดได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. สาระการเรียนรู้

1. อธิบายลักษณะการเกิดของพลังงานในรูปแบบต่างๆ ได้
2. คำนวณหาค่าพลังงานในรูปแบบต่างๆ ได้
3. คำนวณหาค่าเอนทัลปีที่สัมพันธ์กับพลังงานรูปอื่นได้
4. อธิบายกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์สำหรับระบบปิดและระบบเปิดได้
5. คำนวณหาค่าพลังงานจากสมการในระบบปิดได้
6. คำนวณหาค่าพลังงานจากสมการในระบบเปิดได้

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารของวิทยาลัยฯ
2. ครูแนะนำคำอธิบายรายวิชาจุดประสงค์ของรายวิชา และสมรรถนะรายวิชา และเป้าหมายของการศึกษา
3. ครูแนะนำเกณฑ์การให้คะแนน การวัดประเมินผล การลา และจำนวนคาบที่ขาดได้
4. ครูชี้แจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียน เรื่อง พลังงานทางอุณหพลศาสตร์
5. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 4
6. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 4 จากครู
7. ครูสำรวจความพร้อมของนักเรียน

6.2 ขั้นให้เนื้อหาและการสอน

1. นักเรียนเปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 พลังงานทางอุณหพลศาสตร์
2. นักเรียนฟังอธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนจากครู
3. นักเรียนเรียนช่วยกันอภิปรายถึงการทำงานอย่างไรให้มีความปลอดภัย
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
5. นักเรียนและครูร่วมเฉลยแบบฝึกหัด และแลกเปลี่ยนเหตุผลระหว่างกัน

6.3 ขั้นสรุปและการประยุกต์

1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ตอบข้อซักถามและสรุปเนื้อหาโดยสรุป

7. สื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 4, PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน วิดีโอสั้นเกี่ยวกับพลังงานทางอุณหพลศาสตร์

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. ผลการทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 4
2. ผลการทำแบบทดสอบหน่วยที่ 4
3. ผลการตรวจแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 4

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. ผลการทำแบบฝึกหัดที่ 4
2. ผลประเมินการการนำเสนอกิจกรรมหัวข้อพลังงานทางอุณหพลศาสตร์

9. การวัดและประเมินผล

เครื่องมือวัด	วิธีวัด	การประเมินตามเกณฑ์
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre–test) หน่วยที่ 4	ทดสอบ-ตรวจแบบทดสอบ	(ไว้เปรียบเทียบกับหลังเรียน)
2. แบบทดสอบหน่วยที่ 4	ปฏิบัติ-ตรวจแบบฝึกหัด	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. แบบฝึกหัดที่ 4	ปฏิบัติ-ประเมิน	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 4	ทดสอบ-ตรวจแบบทดสอบ	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	สังเกต/ผู้เรียนประเมินตนเอง	เกณฑ์ผ่าน 70%

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

	ใบความรู้ ที่ 4	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 6-7
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ พลังงานทางอุณหพลศาสตร์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่อเรื่อง พลังงานทางอุณหพลศาสตร์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

พลังงาน หมายถึง ความสามารถของวัตถุ หรือ สารใดๆ ในการที่จะทำงานได้ ซึ่งพลังงาน มีหลายรูปแบบ สำหรับพลังงานที่เกี่ยวข้องและนำมาใช้ในระบบอุณหพลศาสตร์ ประกอบด้วยพลังงานต่างๆ ดังนี้ คือ พลังงานศักย์ พลังงานจลน์ งาน ความร้อน พลังงานภายใน พลังงาน - การไหล และเอนทัลปี

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับพลังงานทางอุณหพลศาสตร์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. ความหมายของพลังงาน
2. รูปของพลังงานในระบบอุณหพลศาสตร์
3. กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์สำหรับระบบปิด
4. กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์สำหรับระบบเปิด

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายลักษณะการเกิดของพลังงานในรูปแบบต่างๆ ได้
2. คำนวณหาค่าพลังงานในรูปแบบต่างๆ ได้
3. คำนวณหาค่าเอนทัลปีที่สัมพันธ์กับพลังงานรูปอื่นได้
4. อธิบายกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์สำหรับระบบปิดและระบบเปิดได้
5. คำนวณหาค่าพลังงานจากสมการในระบบปิดได้
6. คำนวณหาค่าพลังงานจากสมการในระบบเปิดได้

4.3 คุณลักษณะที่พึ่งประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เนื้อหาสาระ

4.1 ความหมายของพลังงาน

พลังงาน (Energy) หมายถึง ความสามารถของวัตถุหรือสารใด ๆ ในการที่จะทำงานได้ซึ่งพลังงานมีหลายรูปแบบ ภายใต้สภาวะอันเหมาะสม พลังงานสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานอีกรูปหนึ่งได้

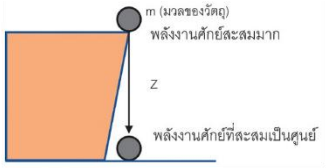
4.2 รูปของพลังงาน

ในทางอุณหพลศาสตร์ สารตัวกลางที่ใช้ในระบบต่าง ๆ อาจจะมีพลังงานที่อยู่ในรูปต่าง ๆ(Forms of Energy) เช่น พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานภายใน พลังงานจากการไหลของของไหลเป็นต้น ซึ่งพลังงานในแต่ละรูปมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 พลังงานศักย์ (Potential Energy, PE)

พลังงานศักย์ คือ ความสามารถที่มวลของวัตถุนั้นจะเกิดพลังงานได้เนื่องจากตำแหน่งที่อยู่ซึ่งอยู่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก

เมื่อวัตถุมีการเปลี่ยนตำแหน่ง พลังงานศักย์ก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย เช่น วัตถุวางบนที่สูงจะมีพลังงานศักย์แฝงอยู่ในวัตถุนั้นค่าหนึ่งตามความสูง ถ้าตกลงมาบนพื้นดิน พลังงานศักย์ก็จะหมดไป



ลักษณะของพลังงานศักย์

สมการหาค่าพลังงานศักย์

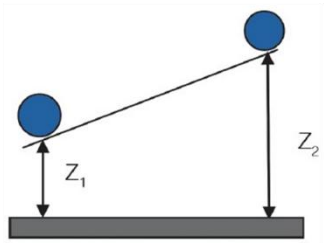
$$PE = mgZ$$

เมื่อ PE คือ พลังงานศักย์ (J)
m คือ มวล (kg)
g คือ แรงโน้มถ่วง (m/s^2)
Z คือ ความสูง (m)

ส่วนพลังงานศักย์ต่อหน่วยมวลหาได้จากสมการ

$$pe = gZ \ (J/kg)$$

สำหรับผลต่างของพลังงานศักย์เกิดจากการเปลี่ยนตำแหน่งของมวลหรือระบบ ซึ่งผลต่างของพลังงานศักย์สามารถหาได้ดังนี้



ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของพลังงานศักย์

$$\Delta PE = \int_1^2 Fdz = mg\int_1^2 dz = mg(z_2 - z_1)$$

เมื่อ ΔPE คือ ผลต่างของพลังงานศักย์ (J)

$Z_2 - Z_1$ คือ ระดับของมวลหรือระบบที่เปลี่ยนแปลงไป (m)

4.2.2 พลังงานจลน์ (Kinetics Energy, KE)

พลังงานจลน์ คือ ความสามารถที่ให้วัตถุนั้นทำงานได้เนื่องจากการเคลื่อนที่ของวัตถุ ปริมาณของพลังงานจลน์ที่สะสมอยู่ในวัตถุใด ๆ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเร็วและขนาดของมวลของวัตถุนั้น ๆ

ลักษณะของพลังงานจลน์

สมการหาค่าพลังงานจลน์

$$KE = \frac{1}{2}mV^2$$

เมื่อ KE คือ พลังงานจลน์ (J)

m คือ มวล (kg)

V คือ ความเร็ว (m/s)

ส่วนพลังงานจลน์ต่อหนึ่งหน่วยของมวลหาได้จากสมการ

$$Ke = \frac{1}{2}V^2 \ (J/kg)$$

สำหรับการเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการเคลื่อนที่โดยในการทำให้ความเร็วของระบบเพิ่มขึ้นหรือลดลงเกิดจากแรงที่กระทำต่อระบบ ซึ่งผลต่างของพลังงานจลน์สามารถหาได้ดังนี้

$$\Delta KE = \int_1^2 Fds = \int_1^2 m(\frac{dv}{dt})(Vdt) = m\int_1^2 Vdv$$
$$= \frac{1}{2}m(V_2^2 - V_1^2)$$

4.2.3 พลังงานภายใน (Internal Energy, U)

พลังงานศักย์และพลังงานจลน์ที่กล่าวมาแล้วเป็นสมบัติทางมหภาคของระบบ ซึ่งอาจหาได้โดยการวิเคราะห์ระบบทั้งหมดจากภายนอก แต่ระบบยังมีพลังงานอีกส่วนหนึ่งที่เกิดจากการเคลื่อนที่

สมการการหาค่าพลังงานภายใน $U = mC_v(T_2 - T_1)$

เมื่อ U คือ พลังงานภายใน (J)

u คือ พลังงานภายในจำเพาะ (J/kg)

โดยที่พลังงานภายในต่อหนึ่งหน่วยมวลหาได้จากสมการ

$$u = \frac{U}{m}$$

4.2.4 เอนทัลปี (Enthalpy, H)

เอนทัลปีเป็นสมบัติทางอุณหพลศาสตร์อย่างหนึ่งที่ได้จากการรวมเทอมของพลังงานที่เป็นพลังงานภายในและพลังงานที่ได้จากผลคูณของความดันกับปริมาตร ซึ่งสามารถหาได้ดังนี้

สมการการหาค่าเอนทัลปี $H = U + PV$

เมื่อ H คือ เอนทัลปี (J)

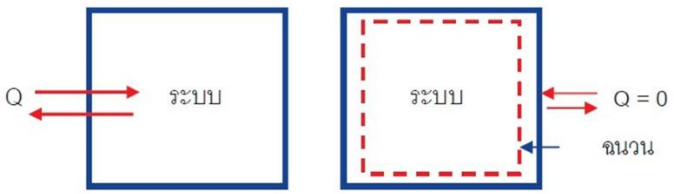
u คือ พลังงานภายใน (J)

P คือ ความดัน (N/m^2)

V คือ ปริมาตร (m^3)

4.2.5 ความร้อน (Heat, Q)

ความร้อน คือ พลังงานที่สามารถถ่ายโอนผ่านขอบเขตของระบบได้ เมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม โดยมีทิศทางในการถ่ายโอนความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า



การถ่ายโอนความร้อนของระบบ

ความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่งจึงมีหน่วยเหมือนพลังงานในรูปอื่น ๆ คือ J

สมการการหาค่าปริมาณความร้อน

$$Q = mC(T_2 - T_1)$$

เมื่อ Q คือ ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเท (J)

q คือ ปริมาณความร้อนต่อหนึ่งหน่วยของมวล (J/kg)

โดยที่ $q = \frac{Q}{m}$

4.2.6 งาน (Work, W)

งานเป็นพลังงานที่สามารถถ่ายโอนผ่านขอบเขตของระบบได้เช่นเดียวกับความร้อน หน่วยของงานจะเหมือนกับหน่วยของพลังงานในรูปอื่น ๆ สัญลักษณ์ของงานใช้เป็น W สำหรับปริมาณงานต่อหนึ่งหน่วยมวลของระบบใช้สัญลักษณ์ w

สมการการหาค่างาน

W = แรง × ระยะทาง

เมื่อ W คือ งาน (J)

w คือ งานต่อหน่วยมวล (J/kg)

โดยที่ $w = \frac{W}{m}$

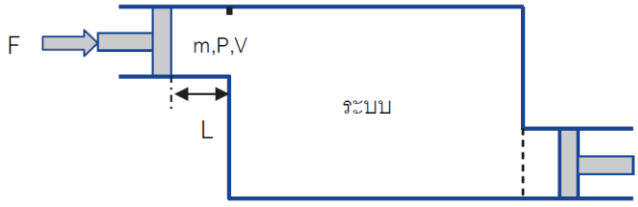
สำหรับปริมาณงานต่อหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลัง ใช้สัญลักษณ์ W°

$W^{\circ} = \frac{W}{\Delta t}$ (J/s, Watt)

เมื่อ Δt คือ ช่วงเวลาในการเกิดกระบวนการ

4.2.7 พลังงานที่เกิดจากการไหล (Flow Energy, Wf)

พลังงานที่เกิดจากการไหล เนื่องจากในระบบเปิดจะมีมวลไหลผ่านขอบเขตของระบบ ซึ่งการที่มวลจะไหลผ่านขอบเขตของระบบได้จะต้องมีการใช้พลังงานปริมาณหนึ่งในการผลักดันให้มวลไหลผ่านขอบเขตเข้าสู่ระบบหรือออกจากระบบซึ่งพลังงานดังกล่าว เรียกว่า พลังงานที่เกิดจากการไหล



การไหลของมวลเนื่องจากการไหล

เนื่องจากการที่จะทำให้ของไหลที่มีปริมาตร V เข้าหรือออกจากระบบ จะต้องออกแรงกระทำต่อของไหลเป็นระยะทาง L จนกระทั่งของไหลเข้าหรือหลุดออกจากระบบนั่น คือ

$W_f = FL$

เนื่องจาก $F = PA$

$W_f = PAL$ และ $V = AL$

ดังนั้น $W_f = PV$

เมื่อ W_f คือ พลังงานที่เกิดจากการไหล (J)

P คือ ความดัน (N/m^2)

V คือ ปริมาตร (m^3)

สำหรับพลังงานที่เกิดจากการไหลต่อหนึ่งหน่วยมวลได้จากการนำเอามวลหารตลอด ดังนั้น

$w_f = Pv$

เมื่อ w_f คือ พลังงานที่เกิดจากการไหลต่อหนึ่งหน่วยมวล (J/kg)

v คือ ปริมาตรจำเพาะ (m^3/kg)

ตัวอย่างที่ 4.1 วัตถุชิ้นหนึ่งมีมวล 2 kg อยู่สูงจากระดับอ้างอิง 3 m จงคำนวณหาค่าพลังงานที่สะสมในวัตถุและบอกด้วยว่าเป็นพลังงานอะไร

วิธีทำ จากโจทย์กำหนดค่าความสูงของวัตถุดังนั้นพลังงานที่สะสม คือ พลังงานศักย์

จากสมการ $PE = mgZ$

$m = 2$ kg

$Z = 3$ m

$g = 9.81\ m/s^2$

แทนค่า $PE = 2 \times 9.81 \times 3 = 58.86$ J

พลังงานศักย์ $= 58.86$ J **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 4.2 สารทำงานมวล 1 kg ไหลเข้าสู่ระบบด้วยความเร็ว 4 m/s ความดัน 50 N/m2 และปริมาตร 0.6 m3/kg อยากทราบว่ามีพลังงานอะไรเกิดขึ้นบ้างและปริมาณเท่าไร

วิธีทำ จากโจทย์กำหนดค่าความเร็ว จึงเกิดพลังงานจลน์ และกำหนดค่าความดันและปริมาตร จึงเกิดพลังงานที่เกิดจากการไหล (คิดต่อสารมวล 1 kg)

จากสมการ $ke = \frac{1}{2}V^2$

$V = 4$ m/s

$ke = \frac{1}{2} \times (4^2) = 8$ J/kg

พลังงานจลน์ $= 8$ J/kg **ตอบ**

และจากสมการ $w_f = Pv$

$P = 50\ N/m^2$

$v = 0.6\ m^3/kg$

$w_f = 50 \times 0.6 = 30$ J/kg

พลังงานที่เกิดจากการไหล 30 J/kg **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 4.3 จากตัวอย่าง 4.2 ถ้าค่าความร้อนจำเพาะเมื่อปริมาตรคงที่ 220 J/kg.K อุณหภูมิ เริ่มต้น 40 °C และอุณหภูมิสุดท้าย 80 °C จงหาค่าพลังงานภายในจำเพาะ และค่าเอนทัลปีจำเพาะ

วิธีทำ

จากสมการ $u = C_v(T_2 - T_1)$

$C_v = 220$ J/kg.K

$T_2 = 80 + 273 = 353$ K

$T_1 = 40 + 273 = 313$ K

แทนค่า $u = 220 \times (353–313) = 8000$ J/kg

พลังงานภายในจำเพาะ $= 8800$ J/kg **ตอบ**

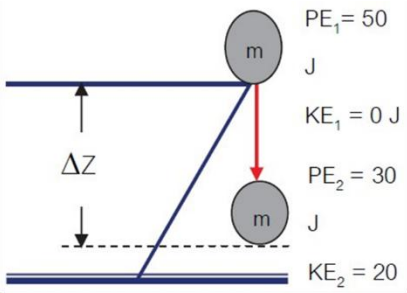
และ $h = u + Pv$

$h = 8800 + 30 = 8830$ J/kg

เอนทัลปีจำเพาะ $= 8830$ J/kg **ตอบ**

4.3 กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์

กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ (The first Law) คือ กฎอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งมีหลักการว่า พลังงานสามารถเกิดการถ่ายโอนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้ และเกิดการเปลี่ยนรูปได้แต่ไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่หรือถูกทำลายได้



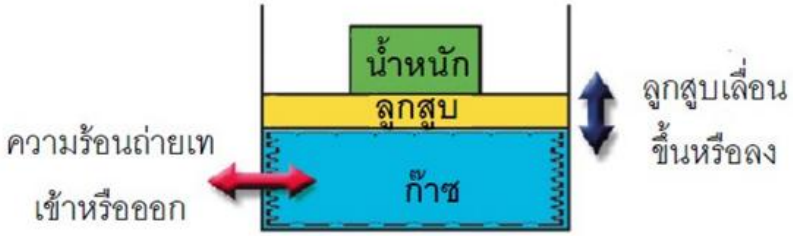
การเปลี่ยนรูปของพลังงานตามกฎอนุรักษ์พลังงาน

4.3.1 กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์สำหรับระบบปิด

ระบบปิดหรือระบบมวลควบคุม เป็นระบบที่ไม่มีการไหล ซึ่งพลังงานสามารถถ่ายเทผ่านขอบเขตของระบบได้ แต่มวลไม่สามารถถ่ายเทผ่านขอบเขตของระบบได้

จากนิยามของกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ ตามกฎการอนุรักษ์พลังงานและการถ่ายโอนพลังงานจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้ ดังนั้นจะได้ว่า

พลังงานที่ถูกถ่ายโอนผ่านขอบเขตของระบบ = พลังงานรวมของระบบที่เปลี่ยนแปลงไปและเนื่องจากระบบปิด พลังงานที่ถูกถ่ายโอนผ่านขอบเขตของระบบมี 2 รูป คือ พลังงานในรูป ความร้อน (Q) และงาน (W)



พลังงานที่ถ่ายโอนในระบบปิด

ดังนั้นจะได้ว่า $Q - W = \Delta E$

เมื่อ Q = ความร้อนสุทธิที่ถ่ายโอนผ่าน ผ่านขอบเขตของระบบ (J)

W = งานสุทธิที่ถ่ายโอนผ่านขอบเขตของระบบ (J)

ΔE = พลังงานรวมของระบบที่เปลี่ยนแปลงไป (J)

เนื่องจากพลังงานรวมของระบบ คือ

$$E = U + KE + PE$$

ดังนั้น พลังงานรวมของระบบที่เปลี่ยนแปลงไป คือ

$$\Delta E = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE$$

เมื่อ $\Delta E = Q - W$

จะได้ $Q - W = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE$

ถ้าเป็นระบบปิด คือ ระบบที่ไม่มีการเคลื่อนที่ ค่า ΔKE และ $\Delta PE = 0$

ดังนั้น สมการกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์สำหรับระบบปิด คือ

$$Q - W = \Delta U$$

หรือ เมื่อหาต่อหนึ่งหน่วยมวลจะได้

$$q - w = \Delta u$$

เนื่องจากลักษณะของงานมี 2 แบบ คือ งานที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงขอบเขตของระบบกับงานอื่นๆ ที่นอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงขอบเขตของระบบ ดังนั้น การแทนค่างานเป็น ดังนี้

$$W = W_b + W_o$$

เมื่อ W_b คือ งานที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงขอบเขตของระบบ

W_o คือ งานที่นอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงขอบเขตของระบบ

ตัวอย่างที่ 4.4 สารทำงาน บรรจุในภาชนะปิด เมื่อพลังงานภายในจำเพาะเริ่มต้น 2500 J/kg หลังจากระบายความร้อนออก 1200 J/kg ทำให้พลังงานภายในจำเพาะสุดท้ายเป็น 1100 J/kg จงหาค่างานที่เกิดขึ้น

วิธีทำ

จากสมการ $q = \Delta u + w$

ต้องการหาค่างาน ดังนั้น $w = q - \Delta u$

เมื่อ $q = -1200$ J/kg (เนื่องจากความร้อนระบายออก เครื่องหมายจึงเป็น –)

$\Delta u = u_2 - u_1$

$= 1100 - 2500$ J/kg

$\Delta u = -1400$ J/kg

แทนค่า $w = -1200 - (-1400)$ J/kg

$w = 200$ J/kg

ได้งานจากระบบ(เนื่องจากเครื่องหมายบวก) 200 J/kg **ตอบ**

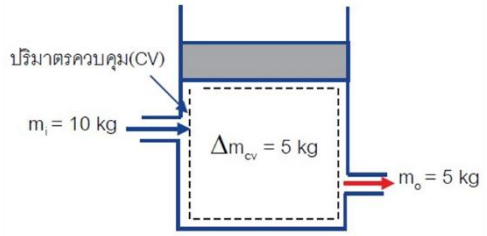
4.3.2 กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์สำหรับระบบเปิด

ลักษณะของระบบเปิดหรือปริมาตรควบคุม (Open system or Control volume) คือ ระบบที่มีการไหลของมวลผ่านขอบเขตของระบบ ดังนั้น จะมีการถ่ายโอนทั้งมวลและพลังงานผ่านขอบเขตของระบบ

1. กฎอนุรักษ์มวลสำหรับระบบเปิด

กฎอนุรักษมวลสำหรับระบบเปิด ๆ เป็นไปตามสมการดังนี้

(มวลที่เข้าสู่ระบบ) – (มวลที่ออกจากระบบ) = (มวลของระบบที่เปลี่ยนแปลงไป



กฎอนุรักษ์มวลสำหรับระบบที่มีการไหล สม่ำเสมอ

แสดงให้เห็นถึงกฎการอนุรักษ์มวลสำหรับระบบเปิดนั้น คือ มวลที่เข้าสู่ระบบ – มวลที่ออกจากระบบ = มวลในระบบที่เปลี่ยนแปลงไป

$$m_i - m_e = \Delta m_{cv}$$

ในกรณีที่สารเข้าหรือออกหลายทางจะได้สมการใหม่ คือ

$$\Sigma m_i - \Sigma m_e = \Sigma m_{cv}$$

เมื่อ I คือ ทางเข้า

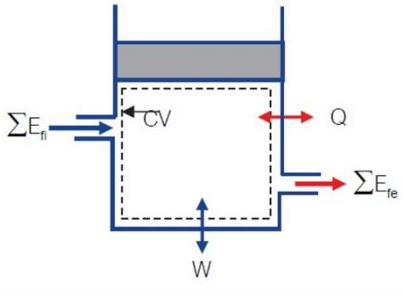
E คือ ทางออก

Cv คือ ปริมาตรควบคุม

M คือ มวล

2. กฎอนุรักษ์พลังงานสำหรับระบบเปิด

สำหรับกฎการอนุรักษ์พลังงานของระบบที่มีการไหลสม่ำเสมอเนื่องจาก เมื่อมวลมีการไหลเข้าหรือออกจากระบบ มวลนั้นจะเอาพลังงานส่วนหนึ่งเข้าสู่ระบบและเมื่อมวลไหลออกจากระบบก็จะเอาพลังงานส่วนหนึ่งไหลออกจากระบบด้วย



กฎอนุรักษ์พลังงานสำหรับระบบเปิด

เมื่อ ΣE_{fi} คือ พลังงานที่ถูกถ่ายโอนโดยมวลเข้าสู่ระบบ

ΣE_{fe} คือ พลังงานที่ถูกถ่ายโอนโดย มวลออกจากระบบ

ΔE_{cv} คือ พลังงานรวมในระบบที่เปลี่ยนแปลง

3. กระบวนการที่มีการไหลแบบคงตัว (Steady–State Steady–Flow Process : SSSF)

กระบวนการที่มีการไหลแบบคงตัว คือ กระบวนการที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์ที่มีการทำงานโดยมีสภาวะคงที่เป็นช่วงเวลายาวนาน เช่นกังหัน เครื่องอัด หัวฉีด ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้จะถูกจัดให้เป็นอุปกรณ์ที่มีการไหลแบบคงตัว

(1) เงื่อนไขของกระบวนการที่มีการไหลแบบคงตัว มีดังนี้

(ก) สมบัติทุกอย่างในระบบไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา นั่นคือ ปริมาตร (V) มวล (m) และพลังงานในระบบ (E) จะมีค่าคงที่ตลอดกระบวนการปริมาตรภายในระบบคงที่ หมายถึง งานที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของขอบเขตของระบบจะเท่ากับศูนย์มวลภายในระบบคงที่

(ข) สมบัติทุกอย่างที่ขอบเขตของระบบไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา นั่นคือ สมบัติที่ขอบเขตของระบบ คือ จุดทางเข้าและทางออกไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดกระบวนการ

(ค) ความร้อนและงานที่เกิดจากการถ่ายโอนระหว่างกระบวนการไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา ดังนั้นอัตราการถ่ายโอนความร้อนและงานที่เกิดขึ้นจากการถ่ายโอนผ่านขอบเขตของระบบจะมีค่าคงที่ตลอดกระบวนการ

(2) กฎอนุรักษ์มวลสำหรับกระบวนการที่มีการไหลคงตัว

$$\dot{m}_i - \dot{m}_e = \frac{dm_{cv}}{dt}$$

เมื่อมวลภายในระบบไม่มีการเปลี่ยนแปลง $\frac{dm_{cv}}{dt} = 0$

ดังนั้น $\dot{m}_i = \dot{m}_e$

(3) กฎอนุรักษ์พลังงานสำหรับกระบวนการที่มีการไหลคงตัว

สำหรับกระบวนการที่มีการไหลแบบคงตัว พลังงานในระบบที่มีค่าคงที่

$$\dot{Q} - \dot{W} = \Sigma \dot{m}_i \left(h_i + \frac{V_i^2}{2} + gZ_i\right) - \Sigma \dot{m}_e \left(h_e + \frac{V_e^2}{2} + gZ_e\right)$$

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. พลังงานทางอุณหพลศาสตร์คืออะไร
    ก. พลังงานที่เกิดจากความร้อนเท่านั้น
    ข. พลังงานที่เกิดจากการทำงานเท่านั้น
    ค. พลังงานที่สามารถถ่ายโอนระหว่างวัตถุได้ทั้งความร้อนและงาน
    ง. พลังงานที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้
2. หน่วยของพลังงานทางอุณหพลศาสตร์ในระบบ SI คือข้อใด
    ก. นิวตัน (N)
    ข. จูล (J)
    ค. วัตต์ (W)
    ง. แคลอรี (cal)
3. สูตรคำนวณความร้อนที่ถ่ายเทไปยังวัตถุคือข้อใด
    ก. $Q = mc\Delta T$
    ข. $Q = mgh$
    ค. $Q = \frac{1}{2}mv^2$
    ง. $Q = Fd$
4. ถ้าวัตถุมีมวล 2 kg, ค่าความร้อนจำเพาะ 500 J/kg·K และอุณหภูมิเปลี่ยนจาก 20 °C เป็น 40 °C พลังงานความร้อนที่วัตถุได้รับเท่ากับเท่าไร
    ก. 20,000 J
    ข. 5,000 J
    ค. 10,000 J
    ง. 15,000 J
5. กฎข้อใดเป็นหลักการสำคัญของอุณหพลศาสตร์
    ก. กฎของนิวตัน
    ข. กฎการอนุรักษ์พลังงาน
    ค. กฎของเวกเตอร์แรง
    ง. กฎของการสะท้อน
6. เครื่องจักรใดที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล
    ก. แบตเตอรี่
    ข. แผงโซลาร์เซลล์
    ค. ตู้เย็น
    ง. เครื่องยนต์สันดาปภายใน

7. พลังงานภายในของวัตถุคืออะไร

ก. พลังงานจลน์ของวัตถุทั้งหมด

ข. พลังงานเนื่องจากการเคลื่อนที่แบบหมุน

ค. พลังงานรวมของอนุภาคในวัตถุทั้งความร้อนและพลังงานยืดเหนี่ยว

ง. พลังงานที่เกิดจากแรงดันเท่านั้น

8. การคำนวณงานที่ทำโดยแรงคงที่บนวัตถุสูตรคือข้อใด

ก. $W = Fd$

ข. $W = mc\Delta T$

ค. $W = mgh$

ง. $W = \frac{1}{2}mv^2$

9. กระบวนการอุณหพลศาสตร์แบบใดที่ความดันคงที่

ก. กระบวนการไอโซเทอร์มอล

ข. กระบวนการไอโซโครนิก

ค. กระบวนการอะดีแอบาติก

ง. กระบวนการไอโซบาริก

10. ถ้าวัตถุมีมวล 1.5 kg, ค่าความร้อนจำเพาะ 900 J/kg·K และอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 K พลังงานความร้อนที่วัตถุได้รับคือเท่าไร

ก. 13,500 J

ข. 1,350 J

ค. 9,000 J

ง. 15,000 J

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. พลังงานทางอุณหพลศาสตร์คืออะไร
   - ก. พลังงานที่เกิดจากความร้อนเท่านั้น
   - ข. พลังงานที่เกิดจากการทำงานเท่านั้น
   - ค. พลังงานที่สามารถถ่ายโอนระหว่างวัตถุได้ทั้งความร้อนและงาน
   - ง. พลังงานที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้
2. หน่วยของพลังงานทางอุณหพลศาสตร์ในระบบ SI คือข้อใด
   - ก. นิวตัน (N)
   - ข. จูล (J)
   - ค. วัตต์ (W)
   - ง. แคลอรี (cal)
3. สูตรคำนวณความร้อนที่ถ่ายเทไปยังวัตถุคือข้อใด
   - ก. $Q = mc\Delta T$
   - ข. $Q = mgh$
   - ค. $Q = \frac{1}{2}mv^2$
   - ง. $Q = Fd$
4. ถ้าวัตถุมีมวล 2 kg, ค่าความร้อนจำเพาะ 500 J/kg·K และอุณหภูมิเปลี่ยนจาก 20 °C เป็น 40 °C พลังงานความร้อนที่วัตถุได้รับเท่ากับเท่าไร
   - ก. 20,000 J
   - ข. 5,000 J
   - ค. 10,000 J
   - ง. 15,000 J
5. กฎข้อใดเป็นหลักการสำคัญของอุณหพลศาสตร์
   - ก. กฎของนิวตัน
   - ข. กฎการอนุรักษ์พลังงาน
   - ค. กฎของเวกเตอร์แรง
   - ง. กฎของการสะท้อน
6. เครื่องจักรใดที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล
   - ก. แบตเตอรี่
   - ข. แผงโซลาร์เซลล์
   - ค. ตู้เย็น
   - ง. เครื่องยนต์สันดาปภายใน

7. พลังงานภายในของวัตถุคืออะไร

ก. พลังงานจลน์ของวัตถุทั้งหมด

ข. พลังงานเนื่องจากการเคลื่อนที่แบบหมุน

ค. พลังงานรวมของอนุภาคในวัตถุทั้งความร้อนและพลังงานยืดเหนี่ยว

ง. พลังงานที่เกิดจากแรงดันเท่านั้น

8. การคำนวณงานที่ทำโดยแรงคงที่บนวัตถุสูตรคือข้อใด

ก. $W = Fd$

ข. $W = mc\Delta T$

ค. $W = mgh$

ง. $W = \frac{1}{2}mv^2$

9. กระบวนการอุณหพลศาสตร์แบบใดที่ความดันคงที่

ก. กระบวนการไอโซเทอร์มอล

ข. กระบวนการไอโซโครนิก

ค. กระบวนการอะดีแอบาติก

ง. กระบวนการไอโซบาริก

10. ถ้าวัตถุมีมวล 1.5 kg, ค่าความร้อนจำเพาะ 900 J/kg·K และอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 K พลังงานความร้อนที่วัตถุได้รับคือเท่าไร

ก. 13,500 J

ข. 1,350 J

ค. 9,000 J

ง. 15,000 J

	ใบกิจกรรม ที่ 4	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 6-7
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ พลังงานทางอุณหพลศาสตร์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน พลังงานทางอุณหพลศาสตร์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

พลังงาน หมายถึง ความสามารถของวัตถุ หรือ สารใดๆ ในการที่จะทำงานได้ ซึ่งพลังงาน มีหลายรูปแบบ สำหรับพลังงานที่เกี่ยวข้องและนำมาใช้ในระบบอุณหพลศาสตร์ ประกอบด้วยพลังงานต่างๆ ดังนี้ คือ พลังงานศักย์ พลังงานจลน์ งาน ความร้อน พลังงานภายใน พลังงาน - การไหล และเอนทัลปี

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับพลังงานทางอุณหพลศาสตร์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. ความหมายของพลังงาน
2. รูปของพลังงานในระบบอุณหพลศาสตร์
3. กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์สำหรับระบบปิด
4. กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์สำหรับระบบเปิด

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายลักษณะการเกิดของพลังงานในรูปแบบต่างๆ ได้
2. คำนวณหาค่าพลังงานในรูปแบบต่างๆ ได้
3. คำนวณหาค่าเอนทัลปีที่สัมพันธ์กับพลังงานรูปอื่นได้
4. อธิบายกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์สำหรับระบบปิดและระบบเปิดได้
5. คำนวณหาค่าพลังงานจากสมการในระบบปิดได้
6. คำนวณหาค่าพลังงานจากสมการในระบบเปิดได้

4.3 คุณลักษณะที่พึ่งประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	5.2 วัสดุงาน	5.3 วัสดุช่วยงาน	5.4 บูรณาการรายวิชา
ไม้บรรทัด โปรแทรกเตอร์ วงเวียน กระดานกราฟ	กระดาษ ดินสอ/ปากกา ยางลบ	เครื่องคิดเลข คอมพิวเตอร์ โปรแกรม	- ช่วยให้เข้าใจ นิยามพื้นฐาน เช่น พลังงาน ความร้อน งาน และสมดุล - เห็นภาพการทำงานของระบบจริง เช่น เครื่องยนต์ ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ - พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม - เชื่อมโยงกับวิชาอื่น

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ทอร์โมมิเตอร์หรือเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ
2. ภาชนะทดลอง เช่น ถ้วยแก้วหรือหม้อโลหะ
3. วัตถุทดลอง เช่น น้ำ, น้ำมัน, หรือโลหะขนาดเล็ก
4. แหล่งความร้อน เช่น เตาอุ่น, หลอดฮีตเตอร์ หรือเตาแก๊สขนาดเล็ก
5. เครื่องคิดเลข, กระดาษกราฟ, ปากกา สำหรับบันทึกผล

7. สรุปและอภิปราย

1. เปรียบเทียบผลการทดลองกับทฤษฎี
2. วิเคราะห์ข้อผิดพลาด เช่น การสูญเสียความร้อนสู่สิ่งแวดล้อม หรือความไม่แม่นของเทอร์โมมิเตอร์
3. สรุปข้อสังเกตและบทเรียนที่ได้จากกิจกรรม

8. การประเมินผล

รายการ	ผลการวัด / ข้อสังเกต
1.ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา	_____
2.ผู้เรียนทำกิจกรรสอกคล้องกับเนื้อหา	_____
3.ผู้เรียนได้เรียนและทำกิจกรรมส่งเสริมกระบวนการคิด	_____
4.ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำงานจริง	_____

9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

	ใบงาน ที่ 4	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 6-7
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ พลังงานทางอุณหพลศาสตร์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน พลังงานทางอุณหพลศาสตร์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

พลังงาน หมายถึง ความสามารถของวัตถุ หรือ สารใดๆ ในการที่จะทำงานได้ ซึ่งพลังงาน มีหลายรูปแบบ สำหรับพลังงานที่เกี่ยวข้องและนำมาใช้ในระบบอุณหพลศาสตร์ ประกอบด้วยพลังงานต่างๆ ดังนี้ คือ พลังงานศักย์ พลังงานจลน์ งาน ความร้อน พลังงานภายใน พลังงาน - การไหล และเอนทัลปี

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับพลังงานทางอุณหพลศาสตร์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. ความหมายของพลังงาน
2. รูปของพลังงานในระบบอุณหพลศาสตร์
3. กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์สำหรับระบบปิด
4. กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์สำหรับระบบเปิด

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายลักษณะการเกิดของพลังงานในรูปแบบต่างๆ ได้
2. คำนวณหาค่าพลังงานในรูปแบบต่างๆ ได้
3. คำนวณหาค่าเอนทัลปีที่สัมพันธ์กับพลังงานรูปอื่นได้
4. อธิบายกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์สำหรับระบบปิดและระบบเปิดได้
5. คำนวณหาค่าพลังงานจากสมการในระบบปิดได้
6. คำนวณหาค่าพลังงานจากสมการในระบบเปิดได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	5.2 วัสดุงาน	5.3 วัสดุช่วยงาน	5.4 บูรณาการรายวิชา
ไม้บรรทัด โปรแทรกเตอร์ วงเวียน กระดานกราฟ	กระดาษ ดินสอ/ปากกา ยางลบ	เครื่องคิดเลข คอมพิวเตอร์ โปรแกรม	- ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ลึกขึ้น - เห็นการนำไปใช้ในชีวิตจริง - พัฒนาทักษะคิดวิเคราะห์และเชื่อมโยงความรู้

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

.....

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ปฏิบัติอย่างระมัดระวังเมื่อใช้ความร้อน
2. รักษาความสะอาดและความปลอดภัยของอุปกรณ์
3. ทำงานร่วมกับเพื่อนร่วมกลุ่มอย่างมีระเบียบวินัย
4. จัดเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อยหลังทำกิจกรรม

8. สรุปและวิจารณ์ผล

1. เปรียบเทียบผลการทดลองกับทฤษฎี
2. วิเคราะห์ข้อผิดพลาด เช่น การสูญเสียความร้อนสู่สิ่งแวดล้อม หรือความไม่แม่นของเทอร์โมมิเตอร์
3. สรุปข้อสังเกตและบทเรียนที่ได้จากกิจกรรม

9. การประเมินผล

ชื่อ-สกุล..... รหัสประจำตัวนักเรียน.....
ระดับชั้น..... กลุ่ม..... แผนกวิชา.....
ใบปฏิบัติงานที่..... วิชา.....

จุดที่	ขนาดตามแบบ	พิกัดที่กำหนด	คะแนนเต็ม	ขนาดที่วัดได้	คะแนนที่ได้
		รวม			

9.1 เกณฑ์การประเมิน

หมายเหตุ	ผลการประเมิน
	ได้ร้อยละ 80-100 ดีมาก 70-79 ดี 60-69 พอใช้ 50-59 ต้องปรับปรุง น้อยกว่า 50 ต่ำกว่าเกณฑ์

ลงชื่อ.....	ลงชื่อ.....	
(.....)	(.....)	คะแนนที่ได้
นักเรียน-นักศึกษา	ผู้ตรวจ	.....

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

	ใบมอบหมายงาน ที่ 4	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 6-7
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ พลังงานทางอุณหพลศาสตร์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน พลังงานทางอุณหพลศาสตร์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

พลังงาน หมายถึง ความสามารถของวัตถุ หรือ สารใดๆ ในการที่จะทำงานได้ ซึ่งพลังงาน มีหลายรูปแบบ สำหรับพลังงานที่เกี่ยวข้องและนำมาใช้ในระบบอุณหพลศาสตร์ ประกอบด้วยพลังงานต่างๆ ดังนี้ คือ พลังงานศักย์ พลังงานจลน์ งาน ความร้อน พลังงานภายใน พลังงาน - การไหล และเอนทัลปี

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับพลังงานทางอุณหพลศาสตร์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. ความหมายของพลังงาน
2. รูปของพลังงานในระบบอุณหพลศาสตร์
3. กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์สำหรับระบบปิด
4. กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์สำหรับระบบเปิด

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายลักษณะการเกิดของพลังงานในรูปแบบต่างๆ ได้
2. คำนวณหาค่าพลังงานในรูปแบบต่างๆ ได้
3. คำนวณหาค่าเอนทัลปีที่สัมพันธ์กับพลังงานรูปอื่นได้
4. อธิบายกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์สำหรับระบบปิดและระบบเปิดได้
5. คำนวณหาค่าพลังงานจากสมการในระบบปิดได้
6. คำนวณหาค่าพลังงานจากสมการในระบบเปิดได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. รายละเอียดของงาน

1. เตรียมอุปกรณ์และวัสดุทดลอง
2. วัดมวลและอุณหภูมิเริ่มต้นของวัตถุหรือของเหลว
3. ให้ความร้อนกับวัตถุ/ของเหลวและวัดอุณหภูมิเป็นช่วงเวลา
4. บันทึกผลและสังเกตการเปลี่ยนแปลง
5. คำนวณพลังงานความร้อนและงานที่เกิดขึ้น
6. วิเคราะห์ผลการทดลองและเปรียบเทียบกับทฤษฎี

6. **กำหนดเวลาส่งงาน** หลังการการสอนเสร็จสิ้น
7. **แนวทางในการปฏิบัติงาน**
    1. ปฏิบัติอย่างระมัดระวังเมื่อใช้ความร้อน
    2. ทำงานร่วมกับเพื่อนร่วมกลุ่มอย่างมีระเบียบวินัย
    3. รักษาความสะอาดและความปลอดภัยของอุปกรณ์
    4. จัดเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อยหลังการทดลอง
8. **แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม**
    หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002
9. **การประเมินผล**

รายการ	**ผลการวัด / ข้อสังเกต**
1.ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา	_____
2.ผู้เรียนทำกิจกรรสอกคล้องกับเนื้อหา	_____
3.ผู้เรียนได้เรียนและทำกิจกรรมส่งเสริมกระบวนการคิด	_____
4.ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำงานจริง	_____

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.. .....

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ละเว้นอบายมุข	ความซื่อสัตย์	ความเสียสละ	จิตอาสา	เข้มแข็ง	ประหยัด	ซื่อสัตย์	สุภาพ	ตรงต่อเวลา		
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

หมายเหตุ - **เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์**

3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้นำได้

2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1) วัน เดือน ปี .....สอนครั้งที่ .../.... สาขา/ชั้นปี .....จำนวนผู้เรียน.....คน มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

2) หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

.....

❑ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ❑ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

3) กิจกรรม/วิธีการสอน

❑ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ❑ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/

❑ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ❑ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

❑ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ❑ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน

❑ อื่น ๆ (ระบุ).....

4) สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ : .....

11.2 ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

1) การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน : .....

.....

2) สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ : .....

.....

3) สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม : .....

.....

4) ผลการสอนของครู : .....

.....

5) ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย : .....

.....

11.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน/แก้ปัญหา

1) ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ : .....

.....

2) แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน: .....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ สมบัติของสารบริสุทธิ์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่อเรื่อง/สมบัติของสารบริสุทธิ์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

สารบริสุทธิ์ คือ สารเนื้อเดียวล้วน ๆ หรือของผสมระหว่างสารหลายชนิดแต่มีองค์ประกอบเหมือนกัน รวมถึงโครงสร้างของโมเลกุลไม่ผันแปร เช่น น้ำ หรือไอน้ำ หรือของผสมระหว่างไอน้ำกับน้ำ สามารถพิจารณาว่าเป็นสารบริสุทธิ์ได้ และอุณหภูมิในการระเหยหรือควบแน่นจะคงที่ที่ความดันนั้น ๆ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับสมบัติของสารบริสุทธิ์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. สมบัติของสารบริสุทธิ์
2. ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิอิ่มตัว
3. การเกิดไอน้ำ
4. ค่าเอนทัลปี
5. ค่าเอนโทรปี
6. ตารางไอน้ำ
7. การหาค่าสมบัติของไอน้ำ

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายสมบัติของสารบริสุทธิ์ได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิอิ่มตัวได้
3. อธิบายลักษณะการเกิดไอน้ำได้
4. อธิบายค่าเอนทัลปีสำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารบริสุทธิ์ได้
5. อธิบายค่าเอนโทรปีสำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารบริสุทธิ์ได้
6. ใช้ตารางไอน้ำได้
7. หาค่าสมบัติของไอน้ำได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. สาระการเรียนรู้

1. อธิบายสมบัติของสารบริสุทธิ์ได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิอิ่มตัวได้
3. อธิบายลักษณะการเกิดไอน้ำได้
4. อธิบายค่าเอนทัลปีสำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารบริสุทธิ์ได้
5. อธิบายค่าเอนโทรปีสำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารบริสุทธิ์ได้

6. ใช้ตารางไอน้ำได้

7. หาค่าสมบัติของไอน้ำได้

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารของวิทยาลัยฯ

2. ครูแนะนำคำอธิบายรายวิชาจุดประสงค์ของรายวิชา และสมรรถนะรายวิชา และเป้าหมายของการศึกษา

3. ครูแนะนำเกณฑ์การให้คะแนน การวัดประเมินผล การลา และจำนวนคาบที่ขาดได้

4. ครูชี้แจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียน เรื่อง สมบัติของสารบริสุทธิ์

5. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 5

6. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 5 จากครู

7. ครูสำรวจความพร้อมของนักเรียน

6.2 ขั้นให้เนื้อหาและการสอน

1. นักเรียนเปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สมบัติของสารบริสุทธิ์

2. นักเรียนฟังอธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนจากครู

3. นักเรียนเรียนช่วยกันอภิปรายถึงการทำงานอย่างไรให้มีความปลอดภัย

4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด

5. นักเรียนและครูร่วมเฉลยแบบฝึกหัด และแลกเปลี่ยนเหตุผลระหว่างกัน

6.3 ขั้นสรุปและการประยุกต์

1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ตอบข้อซักถามและสรุปเนื้อหาโดยสรุป

7. สื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 5, PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน วิดีโอสั้นเกี่ยวกับสมบัติของสารบริสุทธิ์

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. ผลการทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 5

2. ผลการทำแบบทดสอบหน่วยที่ 5

3. ผลการตรวจแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 5

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. ผลการทำแบบฝึกหัดที่ 5

2. ผลประเมินการการนำเสนอกิจกรรมหัวข้อสมบัติของสารบริสุทธิ์

9. การวัดและประเมินผล

เครื่องมือวัด	วิธีวัด	การประเมินตามเกณฑ์
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre–test) หน่วยที่ 5	ทดสอบ-ตรวจแบบทดสอบ	(ไว้เปรียบเทียบกับหลังเรียน)
2. แบบทดสอบหน่วยที่ 5	ปฏิบัติ-ตรวจแบบฝึกหัด	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. แบบฝึกหัดที่ 5	ปฏิบัติ-ประเมิน	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 5	ทดสอบ-ตรวจแบบทดสอบ	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	สังเกต/ผู้เรียนประเมินตนเอง	เกณฑ์ผ่าน 70%

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

1) ผลการแก้ไขปัญหาทีส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

	ใบความรู้ ที่ 5	หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ สมบัติของสารบริสุทธิ์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่อเรื่อง สมบัติของสารบริสุทธิ์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

สารบริสุทธิ์ คือ สารเนื้อเดียวล้วน ๆ หรือของผสมระหว่างสารหลายชนิดแต่มีองค์ประกอบเหมือนกัน รวมถึงโครงสร้างของโมเลกุลไม่ผันแปร เช่น น้ำ หรือไอน้ำ หรือของผสมระหว่างไอน้ำกับน้ำ สามารถพิจารณาว่าเป็นสารบริสุทธิ์ได้ และอุณหภูมิในการระเหยหรือควบแน่นจะคงที่ที่ความดันนั้น ๆ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับสมบัติของสารบริสุทธิ์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. สมบัติของสารบริสุทธิ์
2. ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิอิ่มตัว
3. การเกิดไอน้ำ
4. ค่าเอนทัลปี
5. ค่าเอนโทรปี
6. ตารางไอน้ำ
7. การหาค่าสมบัติของไอน้ำ

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายสมบัติของสารบริสุทธิ์ได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิอิ่มตัวได้
3. อธิบายลักษณะการเกิดไอน้ำได้
4. อธิบายค่าเอนทัลปีสำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารบริสุทธิ์ได้
5. อธิบายค่าเอนโทรปีสำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารบริสุทธิ์ได้
6. ใช้ตารางไอน้ำได้
7. หาค่าสมบัติของไอน้ำได้

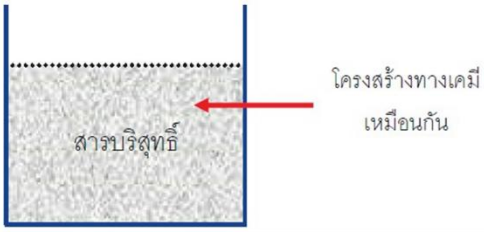
4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เนื้อหาสาระ

5.1 ความหมายของสารบริสุทธิ์

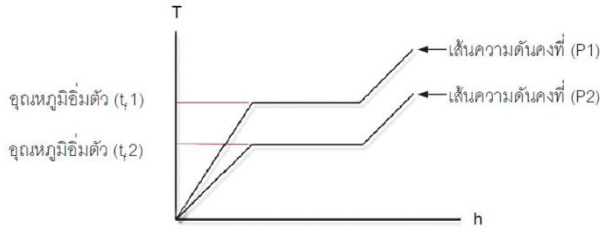
สารบริสุทธิ์ คือ สารเนื้อเดียวล้วน ๆ หรือของผสมระหว่างสารหลายชนิดแต่มีองค์ประกอบเหมือนกัน รวมถึงโครงสร้างของโมเลกุลไม่ผันแปร ตัวอย่างเช่น น้ำ หรือไอน้ำ หรือของผสมระหว่างไอน้ำกับน้ำสามารถพิจารณาว่าเป็นสารบริสุทธิ์ ได้



โครงสร้างของสารบริสุทธิ์

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิอิ่มตัว

การให้ความร้อนแก่สารบริสุทธิ์ เช่น น้ำ เมื่อเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำหรือเรียกว่าระบบสองสถานะจะเดือดที่อุณหภูมิอิ่มตัว (t_f) หรือเรียกว่าจุดเดือดและจะคงที่จนกว่าน้ำจะแห้งหมดหรือกลับเป็นระบบสถานะเดียวอีกครั้ง และอุณหภูมิอิ่มตัวหรือจุดเดือดนี้จะขึ้นอยู่กับความดันที่กดลงบนผิวของน้ำจุดเดือดหรืออุณหภูมิอิ่มตัวของน้ำเท่ากับ 100 °C

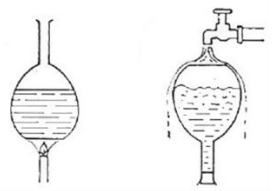


ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิอิ่มตัว

การทดลองความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิอิ่มตัว

1. ใช้ขวดแก้วก้นกลมและมีน้ำอยู่ประมาณเกือบค่อนขวดเปิดฝาขวดแล้วต้มน้ำนี้ จนเดือดนำขวดแก้วออกจากเตาไฟแล้วปิดปากขวดให้สนิท น้ำจะหยุดเดือดเนื่องจากไม่มีความร้อนถ่ายเทให้กับน้ำอีก จับขวดแก้วคว่ำลงแล้วใช้น้ำเย็นจากก๊อกราดขวดแก้ว

2. เมื่อราดน้ำแล้วพิจารณาน้ำในขวดจะกลับเดือดอีก เมื่อยกขวดออกจากก๊อกน้ำ น้ำในขวดก็จะหยุดเดือด และถ้ามีน้ำเย็นราดขวดอีก น้ำก็จะกลับเดือดอีกครั้ง



การทดลองความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิอิ่มตัว

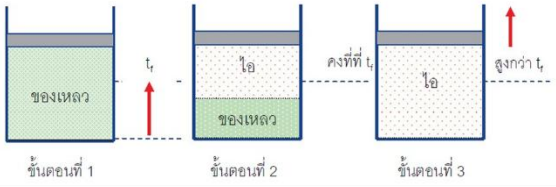
5.3 ขั้นตอนการเกิดไอน้ำ

การที่น้ำจะเปลี่ยนรูปเป็นไอน้ำ มีขั้นตอนต่าง ๆ อยู่ 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนน้ำอุ่น อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงอุณหภูมิอิ่มตัว

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนที่น้ำกลายเป็นไอ อุณหภูมิจะคงที่ ไอน้ำที่เกิดขึ้นนี้จะอยู่ในลักษณะไอเปียก จนถึงจุดสุดท้ายที่น้ำแห้งหมดจะกลายเป็นไอแห้งอิ่มตัว

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการเกิดไอร้อนยวดยิ่ง เมื่อไอน้ำเป็นไอแห้งอิ่มตัวทั้งหมด การถ่ายเทความร้อนให้แก่ไอน้ำจนทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นอีกครั้งหนึ่ง ไอน้ำที่เกิดขึ้นช่วงนี้เรียกว่า ไอร้อนยวดยิ่ง



ลักษณะการเกิดไอน้ำ

5.4 เอนทัลปี (Enthalpy) กับการเกิดไอน้ำ ณ ความดันคงที่

การถ่ายเทพลังงานความร้อนในระหว่างเกิดไอน้ำเมื่อคิดต่อสารมวล 1 kg ณ ความดันคงที่ จะปรากฏเป็นการเปลี่ยนเอนทัลปีในไอน้ำ ดังสมการ

$$q = \Delta u + w$$

$$q = (u_2 - u_1) + P(v_2 - v_1)$$

$$= (u_2 + Pv_2) - (u_1 + Pv_1) \text{ เมื่อ } u + Pv = h$$

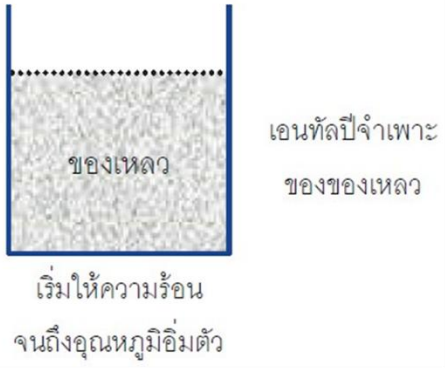
จะได้ $q = h_2 - h_1$

$q =$ การเปลี่ยนของเอนทัลปีจำเพาะ

ดังนั้นเมื่อมีการถ่ายเทความร้อนก็จะเกิดค่าเอนทัลปีต่าง ๆ ดังนี้

5.4.1 เอนทัลปีจำเพาะของของเหลว (Saturated Liquid Enthalpy)

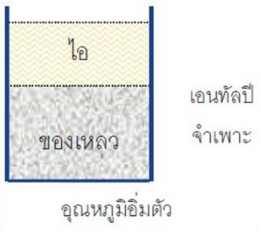
เอนทัลปีจำเพาะของของเหลวเกิดขึ้นในขั้นตอนแรกของการทำให้เกิดไอน้ำ นั่นคือ การต้มให้อุ่นขึ้นจนถึงอุณหภูมิอิ่มตัว ใช้สัญลักษณ์ h_f การหาค่าสามารถหาได้จากตาราง แต่ในกรณีที่ไม่มีตารางไอน้ำค่าประมาณใกล้เคียงของ $h_f = 4.1868\ t_f$ เมื่อ t_f คือ อุณหภูมิอิ่มตัว



ลักษณะการเกิดเอนทัลปีจำเพาะของของเหลว

5.4.2 เอนทัลปีจำเพาะของการระเหย (Vaporization Enthalpy)

เอนทัลปีจำเพาะของการระเหยจะเริ่มตั้งแต่จุดเริ่มต้นของอุณหภูมิอิ่มตัวจนถึงไอน้ำกลายเป็นไอแห้งอิ่มตัว หรือช่วงที่ไอน้ำอยู่ในสถานะไอเปียกนั่นเอง คือ น้ำในภาชนะยังมีอยู่ โดยใช้สัญลักษณ์ h_{fg}



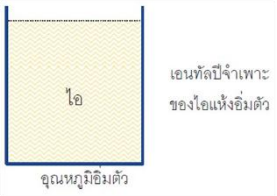
ลักษณะการเกิดเอนทัลปีจำเพาะของการระเหย

5.4.3 เอนทัลปีจำเพาะของไอแห้งอิ่มตัว (Saturated Vapor Enthalpy)

เอนทัลปีจำเพาะของไอแห้งอิ่มตัวเกิดขึ้นที่จุดสุดท้ายของอุณหภูมิอิ่มตัวนั่นคือ น้ำในภาชนะหมดพอดี และไอก็จะเริ่มต้นเป็นไอร้อนยวดยิ่งอุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นอีกครั้งโดยใช้สัญลักษณ์ h_g

เอนทัลปีจำเพาะของไอแห้งอิ่มตัว = เอนทัลปีจำเพาะของของเหลว + เอนทัลปีจำเพาะของการระเหย

นั่นคือ $h_g = h_f + h_{fg}$

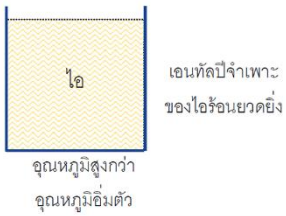


ลักษณะการเกิดเอนทัลปีจำเพาะของไอแห้งอิ่มตัว

5.4.4 เอนทัลปีจำเพาะของไอร้อนยวดยิ่ง (Superheat Vapor Enthalpy)

เอนทัลปีจำเพาะของไอร้อนยวดยิ่งเกิดขึ้นต่อจากการเกิดไอแห้งอิ่มตัว คือ หลังจากน้ำในภาชนะแห้งหมด ใช้สัญลักษณ์ h ไอจะได้รับความร้อนเพิ่มจนอุณหภูมิกลายเป็นอุณหภูมิของไอร้อนยวดยิ่ง คือ t ซึ่งมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอิ่มตัว t_f

ดังนั้น Degree of Superheat = $t - t_f$

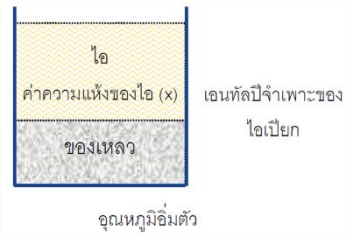


ลักษณะการเกิดเอนทัลปีจำเพาะของไอร้อนยวดยิ่ง

5.4.5 เอนทัลปีจำเพาะของไอเปียก (Wet Vapor Enthalpy) นอกจากนั้นเมื่อไอน้ำอยู่ในสภาวะไอเปียกจะเกิดค่าเอนทัลปีจำเพาะที่เรียกว่า ค่าเอนทัลปีจำเพาะของไอเปียก ใช้สัญลักษณ์ h_w ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ

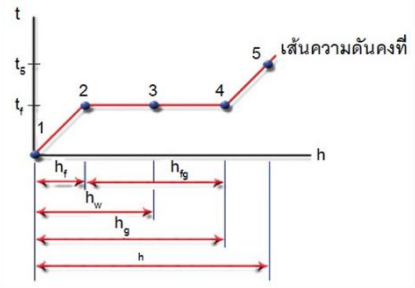
เอนทัลปีจำเพาะของไอเปียก $h_w = h_f + xh_{fg}$

เมื่อ x คือ ค่าความแห้งของไอหรือค่าคุณภาพไอ



ลักษณะการเกิดเอนทัลปีจำเพาะของไอเปียก

5.4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและการเปลี่ยนแปลงค่าเอนทัลปีจำเพาะ จากที่กล่าวมาเมื่อมีการถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำและน้ำกลายเป็นไอ ซึ่งได้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าเอนทัลปีต่าง ๆ นั้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนขึ้นให้พิจารณาจากแผนภาพ



ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเอนทัลปีจำเพาะ

จาก 1 ถึง 2 เรียกว่า ขั้นน้ำอุ่น เกิดเอนทัลปีจำเพาะ คือ เอนทัลปีจำเพาะของของเหลว h_f

จาก 2 ถึง 4 เรียกว่า ขั้นน้ำกลายเป็นไอ เกิดเอนทัลปีจำเพาะ คือ เอนทัลปีจำเพาะของการระเหย h_{fg}

จาก 1 ถึง 4 เกิดเอนทัลปีจำเพาะ คือ เอนทัลปีจำเพาะของไอแห้งอิ่มตัว h_g และจุดที่ 4 เรียกว่าไอแห้งอิ่มตัว

จาก 4 ถึง 5 เรียกว่า ขั้นการเกิดไอร้อนยวดยิ่ง เกิดเอนทัลปีจำเพาะ คือ เอนทัลปีจำเพาะของไอร้อนยวดยิ่ง h (เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิแต่ละจุด)

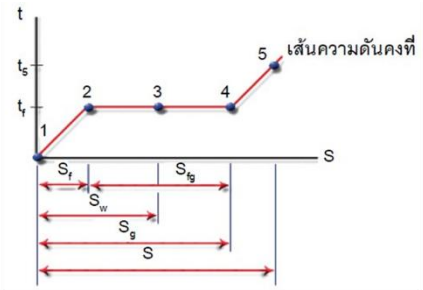
จาก 1 ถึง 3 เรียกว่า การเกิดไอเปียก เกิดเอนทัลปีจำเพาะ คือ เอนทัลปีจำเพาะของ ไอเปียก h_w (ขึ้นอยู่กับค่าความแห้งของไอ)

อุณหภูมิที่จุด 2 เรียกว่าอุณหภูมิอิ่มตัว (t_f) อุณหภูมิที่จุด 5 เรียกว่า อุณหภูมิของ ไอร้อนยวดยิ่ง (t)

5.5 เอนโทรปี

เอนโทรปี หมายถึง ค่าความร้อนที่ถ่ายเทเข้าหรือออกจากระบบต่ออุณหภูมิสมบูรณ์ของระบบนั้นเมื่อระบบได้รับความร้อนจะมีค่าเป็นบวก ทำให้ค่าเอนโทรปีเพิ่มขึ้น และในทางตรงข้าม ถ้าความร้อนระบายออกมีค่าเป็นลบ เอนโทรปีก็จะลดลงด้วย

ค่าเอนโทรปีที่เกิดขึ้นเป็นไปเช่นเดียวกับค่าเอนทัลปี รายละเอียด



ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเอนโทรปีจำเพาะ

มีรายระเอียด ดังนี้

จาก 1–2 เกิดเอนโทรปีจำเพาะของของเหลว	s_f
จาก 2–4 เกิดเอนโทรปีจำเพาะของการระเหย	s_{fg}
จาก 1–4 เกิดเอนโทรปีจำเพาะของไอแห้งอิ่มตัว	s_g
จาก 4–5 เกิดเอนโทรปีจำเพาะของไอร้อนยวดยิ่ง	s
จาก 1–3 เกิดเอนโทรปีจำเพาะของไอเปียก	s_w

5.6 ตารางไอน้ำ

ตารางไอน้ำเป็นตารางที่ใช้ประกอบเพื่อหาค่าต่าง ๆ ของไอน้ำ คือ อุณหภูมิอิ่มตัว ปริมาตรจำเพาะพลังงานภายในจำเพาะ เอนทัลปีจำเพาะ และเอนโทรปีจำเพาะ ซึ่งตารางไอน้ำสามารถแบ่งได้เป็น 2 ตาราง คือ ตารางไออิ่มตัว และตารางไอร้อนยวดยิ่ง

ความดัน	สัญลักษณ์	P	หน่วย (Pa)
อุณหภูมิอิ่มตัว	สัญลักษณ์	t_f	หน่วย ($^{\circ}C$)
ปริมาตรจำเพาะของของเหลว	สัญลักษณ์	v_f	หน่วย (m^3/kg)
ปริมาตรจำเพาะของไอแห้งอิ่มตัว	สัญลักษณ์	v_g	หน่วย (m^3/kg)
พลังงานภายในจำเพาะของของเหลว	สัญลักษณ์	u_f	หน่วย (kJ/kg)
พลังงานภายในจำเพาะของการระเหย	สัญลักษณ์	u_{fg}	หน่วย (kJ/kg)
พลังงานภายในจำเพาะของไอแห้งอิ่มตัว	สัญลักษณ์	u_g	หน่วย (kJ/kg)
เอนทัลปีจำเพาะของของเหลว	สัญลักษณ์	h_f	หน่วย (kJ/kg)

เอนทัลปีจำเพาะของการระเหย	สัญลักษณ์	h_{fg}	หน่วย (kJ/kg)
เอนทัลปีจำเพาะของไอแห้งอิ่มตัว	สัญลักษณ์	h_g	หน่วย (kJ/kg)
เอนโทรปีจำเพาะของของเหลว	สัญลักษณ์	s_f	หน่วย (kJ/kg.K)
เอนโทรปีจำเพาะของการระเหย	สัญลักษณ์	s_{fg}	หน่วย (kJ/kg.K)
เอนโทรปีจำเพาะของไอแห้งอิ่มตัว	สัญลักษณ์	s_g	หน่วย (kJ/kg.K)

และเมื่อเป็นตารางไอร้อนยวดยิ่งสามารถหาค่าได้จากภาคผนวก ก ซึ่งจะประกอบไปด้วยค่าต่าง ๆ

เอนทัลปีจำเพาะของการระเหย	สัญลักษณ์	h_{fg}	หน่วย (kJ/kg)
เอนทัลปีจำเพาะของไอแห้งอิ่มตัว	สัญลักษณ์	h_g	หน่วย (kJ/kg)
เอนโทรปีจำเพาะของของเหลว	สัญลักษณ์	s_f	หน่วย (kJ/kg.K)
เอนโทรปีจำเพาะของการระเหย	สัญลักษณ์	s_{fg}	หน่วย (kJ/kg.K)
เอนโทรปีจำเพาะของไอแห้งอิ่มตัว	สัญลักษณ์	s_g	หน่วย (kJ/kg.K)

และเมื่อเป็นตารางไอร้อนยวดยิ่งสามารถหาค่าได้จากภาคผนวก ก ซึ่งจะประกอบไปด้วยค่าต่าง ๆ ดังนี้

5.7 การหาค่าสมบัติของไอน้ำ

5.7.1 หาจากตารางกรณีค่าความดันตรงกับตาราง

ในกรณีเป็นไออิ่มตัวและกำหนดค่าความดันของไอน้ำมาให้โดยเมื่อนำมาเทียบกับตารางไอน้ำ ปรากฏว่าค่าความดันที่กำหนดให้ตรงกับค่าในตารางไอน้ำก็สามารถหาจากตารางไออิ่มตัวได้

ตัวอย่างที่ 5.1 ที่ความดัน 2 MPa ให้หาค่าสมบัติของไอน้ำจากตารางไอน้ำ

วิธีทำ จากการเปิดตารางไอน้ำโดยการใช้ตารางไออิ่มตัวที่ความดัน 2 MPa ปรากฏว่าได้ค่าต่าง ๆ ดังนี้

อุณหภูมิอิ่มตัว	t_f	=	212.42 $^{\circ}C$
ปริมาตรจำเพาะของของเหลว	v_f	=	0.001177 m^3/kg
ปริมาตรจำเพาะของไอแห้งอิ่มตัว	v_g	=	0.09963 m^3/kg
พลังงานภายในจำเพาะของของเหลว	u_f	=	906.44 kJ/kg
พลังงานภายในจำเพาะของการระเหย	u_{fg}	=	1693.8 kJ/kg
พลังงานภายในจำเพาะของไอแห้งอิ่มตัว	u_g	=	2600.3 kJ/kg
เอนทัลปีจำเพาะของของเหลว	h_f	=	908.79 kJ/kg
เอนทัลปีจำเพาะของการระเหย	h_{fg}	=	1890.7 kJ/kg
เอนทัลปีจำเพาะของไอแห้งอิ่มตัว	h_g	=	2799.5 kJ/kg
เอนโทรปีจำเพาะของของเหลว	s_f	=	2.4474 kJ/kg.K
เอนโทรปีจำเพาะของการระเหย	s_{fg}	=	3.8935 kJ/kg.K
เอนโทรปีจำเพาะของไอแห้งอิ่มตัว	s_g	=	6.3409 kJ/kg.K

ตอบ

5.7.2 กรณีค่าความดันที่กำหนดให้ไม่ตรงกับในตารางไอน้ำ

ในการทำงานจริงค่าของความดันอาจจะไม่ตรงกับในตาราง ดังนั้นจึงต้องเทียบเพื่อให้ได้ค่าตามที่ต้องการ

ตัวอย่างที่ 5.3 ให้หาค่า t_f, h_f, h_{fg} และ h_g ของไอน้ำที่ความดัน 1.24 MPa

วิธีทำ จากการเปิดตารางไออิ่มตัวปรากฏว่าในตารางไม่มีค่าความดัน 1.24 MPa ดังนั้นจึงต้องทำการเทียบโดยการนำค่าที่ความดันมากกว่าที่โจทย์กำหนดเทียบกับค่าความดันน้อยกว่าที่โจทย์กำหนด ดังตาราง

	P(MPa)	t_f	h_f	h_{fg}	h_g
มากกว่า	1.3	191.64	814.93	1972.7	2787.6
น้อยกว่า	1.2	187.99	798.65	1986.2	2784.8
ผลต่าง	0.1	3.65	16.28	–13.5	2.8
ต้องการเพิ่ม	0.04	$\frac{3.65 \times 0.04}{0.1}$ = 1.46	$\frac{16.28 \times 0.04}{0.1}$ = 6.512	$\frac{-13.5 \times 0.04}{0.1}$ = –5.4	$\frac{2.8 \times 0.04}{0.1}$ = 1.12
บวกกัน	1.24	189.45	805.162	1980.8	2785.92

สรุป

ค่า t_f = 189.45 °C

h_f = 805.162 kJ/kg

h_{fg} = 1980.8 kJ/kg

h_g = 2785.92 kJ/kg.K ตอบ

ตัวอย่างที่ 5.4 จงหาค่าปริมาตรจำเพาะ พลังงานภายในจำเพาะ เอนทัลปีจำเพาะ และเอนโทรปีจำเพาะของไอร้อนยวดยิ่งที่ความดัน 1.25 MPa อุณหภูมิ 500 °C

วิธีทำ จากตารางไอร้อนยวดยิ่ง พิจารณาหาค่าความดัน 1.25 MPa ปรากฏว่าไม่มีในตาราง ดังนั้น ต้องใช้วิธีการเทียบโดยดูจากค่าความดันที่สูงกว่า คือ 1.40 MPa อุณหภูมิ 500 °C และความดันที่ต่ำกว่าคือ 1.20 MPa อุณหภูมิ 500 °C จะได้ดังนี้

	P MPa	v	u	h	s
มากกว่า	1.4	0.2521	3121.1	3474.1	7.6027
น้อยกว่า	1.2	0.2946	3122.8	3476.3	7.6759
ผลต่าง	0.2	–0.0425	–1.7	–2.2	–0.0732
ต้องการเพิ่ม	0.05	$\frac{-0.0425 \times 0.05}{0.2}$ $= -0.010625$	$\frac{-1.7 \times 0.05}{0.2}$ $= -0.425$	$\frac{-2.2 \times 0.05}{0.2}$ $= -0.55$	$\frac{-0.0732 \times 0.05}{0.2}$ $= -0.0183$
บวกกัน	1.25	0.283975	3122.375	3475.75	7.6576

ดังนั้น

ปริมาตรจำเพาะของไอร้อนยวดยิ่ง $v = 0.283975\ m^3/kg$

พลังงานภายในจำเพาะของไอร้อนยวดยิ่ง $u = 3122.375\ kJ/kg$

เอนทัลปีจำเพาะของไอร้อนยวดยิ่ง $h = 3475.75\ kJ/kg$

เอนโทรปีจำเพาะของไอร้อนยวดยิ่ง $s = 7.6576\ kJ/kg.K$ **ตอบ**

5.7.3 การหาค่าสมบัติของไอเปียก

เมื่อไอน้ำอยู่ในสถานะไอเปียก จะเกี่ยวข้องกับสมบัติต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาตรจำเพาะของไอเปียก พลังงานภายในจำเพาะของไอเปียก เอนทัลปีจำเพาะของไอเปียก เอนโทรปีจำเพาะของไอเปียก ซึ่งค่าเหล่านี้จะแปรเปลี่ยนไปตามค่าความแห้งของไอหรือค่าคุณภาพไอ (x) ซึ่งสามารถคำนวณหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

ปริมาตรจำเพาะของไอเปียก $v_w = (x)v_g$

พลังงานภายในจำเพาะของไอเปียก $u_w = h_w - Pv_w$

เอนทัลปีจำเพาะของไอเปียก $h_w = h_f + (x)h_{fg}$

เอนโทรปีจำเพาะของไอเปียก $s_w = s_f + (x)s_{fg}$

ตัวอย่างที่ 5.5 ที่ความดัน 1.5 MPa ค่าความแห้งของไอเท่ากับ 0.6 จงหาปริมาตรจำเพาะ พลังงานภายในจำเพาะ เอนทัลปีจำเพาะ และเอนโทรปีจำเพาะของไอเปียก

วิธีทำ

การหาค่าสมบัติของไอเปียกต้องเปิดหาค่าจากตารางไอน้ำประกอบ

หาค่าปริมาตรจำเพาะของไอเปียก

จากสมการ $v_w = (x)v_g$

แทนค่า $v_w = (0.6)(0.13177)$

$v_w = 0.079062\ m^3/kg$ **ตอบ**

หาค่าเอนทัลปีจำเพาะของไอเปียก

จากสมการ $h_w = h_f + (x)h_{fg}$

แทนค่า $h_w = 844.89 + (0.6)(1947.3)$

$h_w = 844.89 + 1168.38$

$h_w = 2013.27$ kJ/kg **ตอบ**

หาค่าพลังงานภายในจำเพาะของไอเปียก

จากสมการ $u_w = h_w - Pv_w$

แทนค่า $u_w = 2103.27 - (1.5 \times 10^3)\ (0.079062)$

$u_w = 2103.27 - 118.593$

$u_w = 1984.677$ kJ/kg **ตอบ**

หาค่าเอนโทรปีจำเพาะของไอเปียก

จากสมการ $s_w = s_f + (x)s_{fg}$

แทนค่า $s_w = 2.3150 + (0.6)(4.1298)$

$s_w = 2.3150 + 2.47788$

$s_w = 4.79288$ kJ/kg.K **ตอบ**

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. สารบริสุทธิ์คืออะไร
    ก. สารที่มีองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิด
    ข. สารที่มีองค์ประกอบทางเคมีเพียงชนิดเดียว
    ค. สารที่ไม่สามารถหลอมรวมกับสารอื่นได้
    ง. สารที่ไม่มีสมบัติทางกายภาพ
2. ตัวอย่างของสารบริสุทธิ์คือข้อใด
    ก. น้ำประปา
    ข. น้ำตาลบริสุทธิ์
    ค. น้ำผสมเครื่องดื่ม
    ง. อากาศในห้อง
3. สมบัติของสารบริสุทธิ์ที่เปลี่ยนแปลงตามสภาวะคือข้อใด
    ก. มวล
    ข. ปริมาตร
    ค. ความหนาแน่น
    ง. ถูกทุกข้อ
4. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเกี่ยวกับ จุดเดือดและจุดหลอมเหลว ของสารบริสุทธิ์
    ก. คงที่ภายใต้ความดันคงที่
    ข. เปลี่ยนแปลงตามปริมาตร
    ค. ขึ้นอยู่กับสีของสาร
    ง. เปลี่ยนตามความเร็ว
5. สมบัติทางกายภาพใดใช้จำแนกสารบริสุทธิ์
    ก. จุดหลอมเหลว
    ข. จุดเดือด
    ค. ความหนาแน่น
    ง. ทุกข้อที่กล่าวมา
6. สารบริสุทธิ์มีสมบัติทางเคมีเหมือนกันทุกตัวอย่างที่ได้จากแหล่งต่างกันหรือไม่
    ก. ใช่
    ข. ไม่ใช่
    ค. บางกรณี
    ง. ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ
7. สารบริสุทธิ์มีความหนาแน่นเท่าไร หากน้ำบริสุทธิ์มีมวล 200 g และปริมาตร 200 cm^3
    ก. 0.5 g/cm^3
    ข. 1.0 g/cm^3
    ค. 2.0 g/cm^3
    ง. 5.0 g/cm^3

8. สมบัติใดของสารบริสุทธิ์ที่ไม่ขึ้นกับปริมาตร

ก. มวล

ข. ความหนาแน่น

ค. จุดหลอมเหลว

ง. ปริมาตร

9. น้ำบริสุทธิ์มีจุดเดือดที่อุณหภูมิเท่าไร ภายใต้ความดันบรรยากาศปกติ

ก. 90 ℃

ข. 100 ℃

ค. 110 ℃

ง. 120 ℃

10. น้ำแข็งบริสุทธิ์มีจุดหลอมเหลวเท่าไร

ก. 0 ℃

ข. 32 ℃

ค. -10 ℃

ง. 100 ℃

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. สารบริสุทธิ์คืออะไร
   - ก. สารที่มีองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิด
   - ข. สารที่มีองค์ประกอบทางเคมีเพียงชนิดเดียว
   - ค. สารที่ไม่สามารถหลอมรวมกับสารอื่นได้
   - ง. สารที่ไม่มีสมบัติทางกายภาพ
2. ตัวอย่างของสารบริสุทธิ์คือข้อใด
   - ก. น้ำประปา
   - ข. น้ำตาลบริสุทธิ์
   - ค. น้ำผสมเครื่องดื่ม
   - ง. อากาศในห้อง
3. สมบัติของสารบริสุทธิ์ที่เปลี่ยนแปลงตามสภาวะคือข้อใด
   - ก. มวล
   - ข. ปริมาตร
   - ค. ความหนาแน่น
   - ง. ถูกทุกข้อ
4. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเกี่ยวกับ จุดเดือดและจุดหลอมเหลว ของสารบริสุทธิ์
   - ก. คงที่ภายใต้ความดันคงที่
   - ข. เปลี่ยนแปลงตามปริมาตร
   - ค. ขึ้นอยู่กับสีของสาร
   - ง. เปลี่ยนตามความเร็ว
5. สมบัติทางกายภาพใดใช้จำแนกสารบริสุทธิ์
   - ก. จุดหลอมเหลว
   - ข. จุดเดือด
   - ค. ความหนาแน่น
   - ง. ทุกข้อที่กล่าวมา
6. สารบริสุทธิ์มีสมบัติทางเคมีเหมือนกันทุกตัวอย่างที่ได้จากแหล่งต่างกันหรือไม่
   - ก. ใช่
   - ข. ไม่ใช่
   - ค. บางกรณี
   - ง. ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ
7. สารบริสุทธิ์มีความหนาแน่นเท่าไร หากน้ำบริสุทธิ์มีมวล 200 g และปริมาตร 200 cm^3
   - ก. 0.5 g/cm^3
   - ข. 1.0 g/cm^3
   - ค. 2.0 g/cm^3
   - ง. 5.0 g/cm^3

8. สมบัติใดของสารบริสุทธิ์ที่ไม่ขึ้นกับปริมาตร

ก. มวล

ข. ความหนาแน่น

ค. จุดหลอมเหลว

ง. ปริมาตร

9. น้ำบริสุทธิ์มีจุดเดือดที่อุณหภูมิเท่าไร ภายใต้ความดันบรรยากาศปกติ

ก. 90 ℃

ข. 100 ℃

ค. 110 ℃

ง. 120 ℃

10. น้ำแข็งบริสุทธิ์มีจุดหลอมเหลวเท่าไร

ก. 0 ℃

ข. 32 ℃

ค. -10 ℃

ง. 100 ℃

	ใบกิจกรรม ที่ 5	หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ สมบัติของสารบริสุทธิ์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน สมบัติของสารบริสุทธิ์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

สารบริสุทธิ์ คือ สารเนื้อเดียวล้วน ๆ หรือของผสมระหว่างสารหลายชนิดแต่มีองค์ประกอบเหมือนกัน รวมถึงโครงสร้างของโมเลกุลไม่ผันแปร เช่น น้ำ หรือไอน้ำ หรือของผสมระหว่างไอน้ำกับน้ำ สามารถพิจารณาว่าเป็นสารบริสุทธิ์ได้ และอุณหภูมิในการระเหยหรือควบแน่นจะคงที่ที่ความดันนั้น ๆ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับสมบัติของสารบริสุทธิ์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. สมบัติของสารบริสุทธิ์
2. ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิอิ่มตัว
3. การเกิดไอน้ำ
4. ค่าเอนทัลปี
5. ค่าเอนโทรปี
6. ตารางไอน้ำ
7. การหาค่าสมบัติของไอน้ำ

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายสมบัติของสารบริสุทธิ์ได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิอิ่มตัวได้
3. อธิบายลักษณะการเกิดไอน้ำได้
4. อธิบายค่าเอนทัลปีสำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารบริสุทธิ์ได้
5. อธิบายค่าเอนโทรปีสำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารบริสุทธิ์ได้
6. ใช้ตารางไอน้ำได้
7. หาค่าสมบัติของไอน้ำได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. วัตถุทดลองที่เป็นสารบริสุทธิ์ เช่น น้ำบริสุทธิ์ น้ำแข็งบริสุทธิ์ น้ำตาลบริสุทธิ์
2. ภาชนะทดลอง เช่น ถ้วยแก้ว, บีกเกอร์, หรือหลอดทดลอง
3. เทอร์โมมิเตอร์ หรือ เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ
4. เครื่องชั่งสำหรับวัดมวล
5 กระดาษกราฟ และปากกา สำหรับบันทึกผล

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. วัดมวลของวัตถุทดลองด้วยเครื่องชั่ง
2. วัดปริมาตรของวัตถุทดลอง (ถ้าจำเป็น)
3. วัดอุณหภูมิเริ่มต้นของสารบริสุทธิ์

7. สรุปและอภิปราย

1. สรุปสมบัติของสารบริสุทธิ์ที่ทดลอง
2. ระบุข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น เช่น การวัดมวลหรือปริมาตรไม่แม่นยำ การสูญเสียสารในระหว่างทดลอง
3. ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงการทดลองครั้งต่อไป

8. การประเมินผล

รายการ	**ผลการวัด / ข้อสังเกต**
1.ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา	_____
2.ผู้เรียนทำกิจกรรสอกคล้องกับเนื้อหา	_____
3.ผู้เรียนได้เรียนและทำกิจกรรมส่งเสริมกระบวนการคิด	_____
4.ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำงานจริง	_____

9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

	ใบงาน ที่ 5	หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ สมบัติของสารบริสุทธิ์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน สมบัติของสารบริสุทธิ์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

สารบริสุทธิ์ คือ สารเนื้อเดียวล้วน ๆ หรือของผสมระหว่างสารหลายชนิดแต่มีองค์ประกอบเหมือนกัน รวมถึงโครงสร้างของโมเลกุลไม่ผันแปร เช่น น้ำ หรือไอน้ำ หรือของผสมระหว่างไอน้ำกับน้ำ สามารถพิจารณาว่าเป็นสารบริสุทธิ์ได้ และอุณหภูมิในการระเหยหรือควบแน่นจะคงที่ที่ความดันนั้น ๆ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับสมบัติของสารบริสุทธิ์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. สมบัติของสารบริสุทธิ์
2. ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิอิ่มตัว
3. การเกิดไอน้ำ
4. ค่าเอนทัลปี
5. ค่าเอนโทรปี
6. ตารางไอน้ำ
7. การหาค่าสมบัติของไอน้ำ

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายสมบัติของสารบริสุทธิ์ได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิอิ่มตัวได้
3. อธิบายลักษณะการเกิดไอน้ำได้
4. อธิบายค่าเอนทัลปีสำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารบริสุทธิ์ได้
5. อธิบายค่าเอนโทรปีสำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารบริสุทธิ์ได้
6. ใช้ตารางไอน้ำได้
7. หาค่าสมบัติของไอน้ำได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. วัตถุทดลองที่เป็นสารบริสุทธิ์ เช่น น้ำบริสุทธิ์ น้ำแข็งบริสุทธิ์ น้ำตาลบริสุทธิ์
2. ภาชนะทดลอง เช่น ถ้วยแก้ว, บีกเกอร์, หรือหลอดทดลอง
3. เทอร์โมมิเตอร์ หรือ เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ
4. เครื่องชั่งสำหรับวัดมวล
5 กระดาษกราฟ และปากกา สำหรับบันทึกผล

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

.....

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ปฏิบัติอย่างระมัดระวังเมื่อใช้ความร้อน
2. รักษาความสะอาดและความปลอดภัยของอุปกรณ์
3. ทำงานร่วมกับเพื่อนร่วมกลุ่มอย่างมีระเบียบวินัย
4. จัดเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อยหลังทำกิจกรรม

8. สรุปและวิจารณ์ผล

1. อภิปรายความแตกต่างระหว่าง ค่าที่วัดได้และค่ามาตรฐาน
2. วิเคราะห์ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น เช่น การวัดมวลไม่แม่นยำ การสูญเสียสารระหว่างทดลอง
3. ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงการทดลองครั้งต่อไป

9. การประเมินผล

ชื่อ-สกุล..... รหัสประจำตัวนักเรียน.....
ระดับชั้น..... กลุ่ม..... แผนกวิชา.....
ใบปฏิบัติงานที่..... วิชา.....

จุดที่	ขนาดตามแบบ	พิกัดที่กำหนด	คะแนนเต็ม	ขนาดที่วัดได้	คะแนนที่ได้
		รวม			

9.1 เกณฑ์การประเมิน

หมายเหตุ	ผลการประเมิน
	ได้ร้อยละ 80-100 ดีมาก 70-79 ดี 60-69 พอใช้ 50-59 ต้องปรับปรุง น้อยกว่า 50 ต่ำกว่าเกณฑ์

ลงชื่อ..... (.....) นักเรียน-นักศึกษา	ลงชื่อ..... (.....) ผู้ตรวจ	คะแนนที่ได้ .....

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

	ใบมอบหมายงาน ที่ 5	หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ สมบัติของสารบริสุทธิ์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน สมบัติของสารบริสุทธิ์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

สารบริสุทธิ์ คือ สารเนื้อเดียวล้วน ๆ หรือของผสมระหว่างสารหลายชนิดแต่มีองค์ประกอบเหมือนกัน รวมถึงโครงสร้างของโมเลกุลไม่ผันแปร เช่น น้ำ หรือไอน้ำ หรือของผสมระหว่างไอน้ำกับน้ำ สามารถพิจารณาว่าเป็นสารบริสุทธิ์ได้ และอุณหภูมิในการระเหยหรือควบแน่นจะคงที่ที่ความดันนั้น ๆ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับสมบัติของสารบริสุทธิ์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. สมบัติของสารบริสุทธิ์
2. ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิอิ่มตัว
3. การเกิดไอน้ำ
4. ค่าเอนทัลปี
5. ค่าเอนโทรปี
6. ตารางไอน้ำ
7. การหาค่าสมบัติของไอน้ำ

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายสมบัติของสารบริสุทธิ์ได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิอิ่มตัวได้
3. อธิบายลักษณะการเกิดไอน้ำได้
4. อธิบายค่าเอนทัลปีสำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารบริสุทธิ์ได้
5. อธิบายค่าเอนโทรปีสำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารบริสุทธิ์ได้
6. ใช้ตารางไอน้ำได้
7. หาค่าสมบัติของไอน้ำได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. รายละเอียดของงาน

1. เตรียมอุปกรณ์และสารบริสุทธิ์
2. วัดมวลและปริมาตรของสารบริสุทธิ์
3. สังเกตสมบัติทางกายภาพ เช่น สี รูปร่าง ความโปร่งใส จุดหลอมเหลว จุดเดือด
4. บันทึกผลและคำนวณความหนาแน่น
5. วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลกับทฤษฎี

6. **กำหนดเวลาส่งงาน** หลังการการสอนเสร็จสิ้น
7. **แนวทางในการปฏิบัติงาน**
   1. วิเคราะห์ข้อแตกต่างระหว่าง **ค่าที่วัดได้และค่ามาตรฐาน**
   2. ระบุข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น เช่น การวัดมวลหรือปริมาตรไม่แม่นยำ การสูญเสียสารระหว่างทดลอง
   3. อภิปรายผลและสรุปข้อสังเกตอย่างชัดเจน
8. **แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม**
   หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002
9. **การประเมินผล**

รายการ	**ผลการวัด / ข้อสังเกต**
1.ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา	_____
2.ผู้เรียนทำกิจกรรสอกคล้องกับเนื้อหา	_____
3.ผู้เรียนได้เรียนและทำกิจกรรมส่งเสริมกระบวนการคิด	_____
4.ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำงานจริง	_____

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.. .....

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ละเว้นอบายมุข	ความมีวินัย	ความเสียสละ	จิตอาสา	ขยันและ	ประหยัด	ซื่อสัตย์	สุภาพ	ตรงต่อเวลา		
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

<u>หมายเหตุ</u> - **เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์**

3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้นำได้

2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1) วัน เดือน ปี .....สอนครั้งที่ .../.... สาขา/ชั้นปี .....จำนวนผู้เรียน.....คน มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

2) หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

.....

❑ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ❑ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

3) กิจกรรม/วิธีการสอน

❑ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ❑ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/

❑ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ❑ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

❑ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ❑ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน

❑ อื่น ๆ (ระบุ).....

4) สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ : .....

11.2 ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

1) การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน : .....

.....

2) สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ : .....

.....

3) สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม : .....

.....

4) ผลการสอนของครู : .....

.....

5) ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย : .....

.....

11.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน/แก้ปัญหา

1) ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ : .....

.....

2) แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน: .....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 6
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 10-11
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ แก๊สอุดมคติ	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่อเรื่อง/แก๊สอุดมคติ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

แก๊สอุดมคติ หมายถึง แก๊สที่ประกอบด้วยโมเลกุลที่เคลื่อนที่อย่างอิสระ มีขนาดโมเลกุลเล็กมากจนถือว่าไม่มีปริมาตรและไม่มีแรงกระทำระหว่างโมเลกุล ซึ่งก็คือแก๊สทั่ว ๆ ไปนั่นเองแต่ขณะที่อยู่ในสภาวะอุดมคติจะต้องอยู่ในอุณหภูมิสูงกว่าจุดเดือดของตัวมันเองมากภายใต้ความดันของจุดเดือดของแก๊สนั้น ตัวอย่างของแก๊สอุดมคติ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับแก๊สอุดมคติ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. กฎของบอยล์
2. กฎของชาร์ล
3. สมการสภาวะของแก๊สอุดมคติ
4. หลักของอาโวกาโดร

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามกฎของบอยล์ได้
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามกฎของชาร์ลได้
3. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามสมการสภาวะของแก๊สอุดมคติได้
4. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามหลักของอาโวกาโดรได้
5. คำนวณหาค่าสมบัติของแก๊สเมื่อเปลี่ยนแปลงตามกฎของบอยล์ได้
6. คำนวณหาค่าสมบัติของแก๊สเมื่อเปลี่ยนแปลงตามกฎของชาร์ลได้
7. คำนวณหาค่าสมบัติของแก๊สเมื่อเปลี่ยนแปลงตามสมการสภาวะของแก๊สอุดมคติได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. สาระการเรียนรู้

1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามกฎของบอยล์ได้
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามกฎของชาร์ลได้
3. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามสมการสภาวะของแก๊สอุดมคติได้
4. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามหลักของอาโวกาโดรได้
5. คำนวณหาค่าสมบัติของแก๊สเมื่อเปลี่ยนแปลงตามกฎของบอยล์ได้

6. คำนวณหาค่าสมบัติของแก๊สเมื่อเปลี่ยนแปลงตามกฎของชาร์ลได้

7. คำนวณหาค่าสมบัติของแก๊สเมื่อเปลี่ยนแปลงตามสมการสภาวะของแก๊สอุดมคติได้

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารของวิทยาลัยฯ

2. ครูแนะนำคำอธิบายรายวิชาจุดประสงค์ของรายวิชา และสมรรถนะรายวิชา และเป้าหมายของการศึกษา

3. ครูแนะนำเกณฑ์การให้คะแนน การวัดประเมินผล การลา และจำนวนคาบที่ขาดได้

4. ครูชี้แจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียน เรื่อง แก๊สอุดมคติ

5. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 6

6. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 6 จากครู

7. ครูสำรวจความพร้อมของนักเรียน

6.2 ขั้นให้เนื้อหาและการสอน

1. นักเรียนเปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แก๊สอุดมคติ

2. นักเรียนฟังอธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนจากครู

3. นักเรียนเรียนช่วยกันอภิปรายถึงการทำงานอย่างไรให้มีความปลอดภัย

4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด

5. นักเรียนและครูร่วมเฉลยแบบฝึกหัด และแลกเปลี่ยนเหตุผลระหว่างกัน

6.3 ขั้นสรุปและการประยุกต์

1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ตอบข้อซักถามและสรุปเนื้อหาโดยสรุป

7. สื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 6, PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน วิดีโอสั้นเกี่ยวกับแก๊สอุดมคติ

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. ผลการทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 6

2. ผลการทำแบบทดสอบหน่วยที่ 6

3. ผลการตรวจแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 6

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. ผลการทำแบบฝึกหัดที่ 6

2. ผลประเมินการการนำเสนอกิจกรรมหัวข้อแก๊สอุดมคติ

9. การวัดและประเมินผล

เครื่องมือวัด	วิธีวัด	การประเมินตามเกณฑ์
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre–test) หน่วยที่ 6	ทดสอบ-ตรวจแบบทดสอบ	(ไว้เปรียบเทียบกับหลังเรียน)
2. แบบทดสอบหน่วยที่ 6	ปฏิบัติ-ตรวจแบบฝึกหัด	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. แบบฝึกหัดที่ 6	ปฏิบัติ-ประเมิน	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 6	ทดสอบ-ตรวจแบบทดสอบ	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	สังเกต/ผู้เรียนประเมินตนเอง	เกณฑ์ผ่าน 70%

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

1) ผลการแก้ไขปัญหาทีส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

	ใบความรู้ ที่ 6	หน่วยที่ 6
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 10-11
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ แก๊สอุดมคติ	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่อเรื่อง แก๊สอุดมคติ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

แก๊สอุดมคติ หมายถึง แก๊สที่ประกอบด้วยโมเลกุลที่เคลื่อนที่อย่างอิสระ มีขนาดโมเลกุลเล็กมากจนถือว่าไม่มีปริมาตรและไม่มีแรงกระทำระหว่างโมเลกุล ซึ่งก็คือแก๊สทั่ว ๆ ไปนั่นเองแต่ขณะที่อยู่ในสภาวะอุดมคติจะต้องอยู่ในอุณหภูมิสูงกว่าจุดเดือดของตัวมันเองมากภายใต้ความดันของจุดเดือดของแก๊สนั้น ตัวอย่างของแก๊สอุดมคติ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับแก๊สอุดมคติ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. กฎของบอยล์
2. กฎของชาร์ล
3. สมการสภาวะของแก๊สอุดมคติ
4. หลักของอาโวกาโดร

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามกฎของบอยล์ได้
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามกฎของชาร์ลได้
3. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามสมการสภาวะของแก๊สอุดมคติได้
4. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามหลักของอาโวกาโดรได้
5. คำนวณหาค่าสมบัติของแก๊สเมื่อเปลี่ยนแปลงตามกฎของบอยล์ได้
6. คำนวณหาค่าสมบัติของแก๊สเมื่อเปลี่ยนแปลงตามกฎของชาร์ลได้
7. คำนวณหาค่าสมบัติของแก๊สเมื่อเปลี่ยนแปลงตามสมการสภาวะของแก๊สอุดมคติได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เนื้อหาสาระ

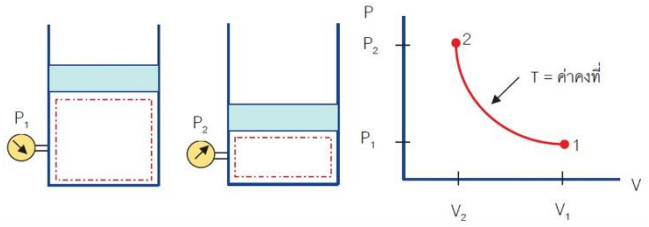
6.1 แก๊สอุดมคติ (Ideal Gas)

แก๊สอุดมคติ (Ideal Gas) หมายถึง แก๊สที่ประกอบด้วยโมเลกุลที่เคลื่อนที่อย่างอิสระ มีขนาดโมเลกุลเล็กมากจนถือว่าไม่มีปริมาตรและไม่มีแรงกระทำระหว่างโมเลกุล ซึ่งก็คือแก๊สทั่ว ๆ ไปนั่นเอง

ในการพิจารณาพฤติกรรมของแก๊สอุดมคติจะพิจารณาตามสมการสภาวะของแก๊สอุดมคติ ซึ่งสมการดังกล่าวเกิดจากแนวคิดที่ได้จากการศึกษาพฤติกรรมของแก๊ส คือ กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล สมการสภาวะของแก๊สอุดมคติ และหลักของอาโวกาโดร

6.2 กฎของบอยล์ (Boyle's Law)

จากการทดลองของโรเบิร์ต บอยล์ พบว่า ถ้าควบคุมการเปลี่ยนแปลงสถานะของแก๊สโดยให้อุณหภูมิของแก๊สคงที่ จะทำให้ปริมาตรแปรผกผันกับความดัน



แผนภาพ P – V ของแก๊สอุดมคติตามกฎของบอยล์

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์สมบัติของแก๊สจะได้ความสัมพันธ์ตามสมการ

$V \propto \frac{1}{P}$ หรือ $V = \text{ค่าคงที่} \times \frac{1}{P}$

หรือ $PV = C$

เมื่อ P คือ ความดัน (N/m^2 หรือ Pa)

V คือ ปริมาตร (m^3)

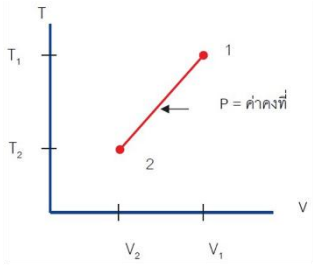
C คือ ค่าคงที่

เมื่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะจากจุดเริ่มต้น (จุดที่1) ไปยังจุดสุดท้าย (จุดที่ 2) ก็จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

6.3 กฎของชาร์ล Charle's Law

จากการทดลองของชาร์ล พบว่า ถ้าควบคุมการเปลี่ยนแปลงสถานะของแก๊สโดยให้ความดันของแก๊สคงที่ จะทำให้ปริมาตรแปรผันโดยตรงกับ อุณหภูมิ



แผนภาพ T – V ของแก๊สอุดมคติตามกฎของชาร์ล

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์สมบัติของแก๊สจะได้ความสัมพันธ์ตามสมการ

$V \sim T$ หรือ $\frac{V}{T} = C$

เมื่อ T คือ อุณหภูมิ (K)

V คือ ปริมาตร (m^3)

C คือ ค่าคงที่

เมื่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะจากจุดเริ่มต้น (จุดที่ 1) ไปยังจุดสุดท้าย (จุดที่ 2) ก็จะได้ความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

ตัวอย่างที่ 6.2 แก๊สจำนวนหนึ่งเปลี่ยนแปลงจากปริมาตรเริ่มต้น 0.45 m เป็นปริมาตร 0.8 m ขยายตัว จน มีอุณหภูมิ 155 °C ตามกฎของชาร์ล จงหาค่าอุณหภูมิเริ่มต้น

วิธีทำ

จากกฎของชาร์ล $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

กำหนดให้ $T_2 = 155 + 273 = 428$ K

$V_1 = 0.45\ m^3$

$V_2 = 0.8\ m^3$

ดังนั้น $T_1 = \frac{V_1 T_2}{V_2}$

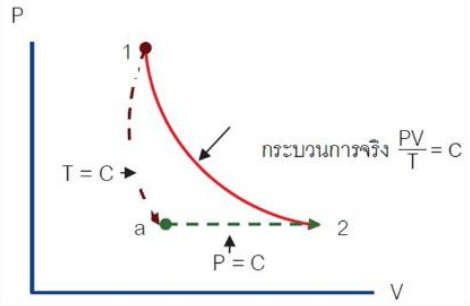
$T_1 = \frac{0.45 \times 428}{0.8}$

$= 240.75$ K

อุณหภูมิเริ่มต้น $= -32.25\ ^\circ C$ **ตอบ**

6.4 สมการสภาวะของแก๊สอุดมคติ

สมการสภาวะของแก๊สอุดมคติ เป็นการเปลี่ยนแปลงสภาวะของแก๊สอุดมคติ ซึ่งเป็นไปตามกฎของบอยล์และกฎของชาร์ล โดยพิจารณาจากสภาวะเริ่มต้นและสภาวะสุดท้าย 1-a -2 พิจารณาแบ่งออกเป็น1-a เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบอุณหภูมิคงที่ตามกฎของบอยล์ และ a-2 เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบความดันคงที่ตามกฎของชาร์ล ซึ่งจะได้กระบวนการจริงคือ จาก 1-2 ดังรูป



การเปลี่ยนแปลงสภาวะตามสมการสภาวะของแก๊สอุดมคติ

เมื่อกระบวนการ 1–a เปลี่ยนแปลงโดยที่

$T_1 = T_a$

$P_1V_1 = P_aV_a$

หรือ $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_aV_a}{T_a}$

กระบวนการ a–2 เปลี่ยนแปลงโดยที่ $P_a = P_2$

$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_a}{T_a}$ หรือ $\frac{P_2V_2}{T_2} = \frac{P_aV_a}{T_a}$

จากความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงทั้ง 2 กระบวนการจะได้ว่า

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} = C$$

6.5 หลักการของอาโวกาโดร (Avogadro's Principle)

นักวิทยาศาสตร์ชื่อ อาโวกาโดร ได้เสนอหลักการของอาโวกาโดร ซึ่งกล่าวว่า ภายใต้อุณหภูมิและความดันคงที่ แก๊สที่มีปริมาตรเท่ากันจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน ซึ่งหมายความว่าจำนวนโมลเท่ากันด้วย ซึ่งสามารถเขียนสมการได้ คือ

$V \alpha N$ หรือ $\frac{V}{N}$ = ค่าคงที่

เมื่อ N = จำนวนโมล และเมื่อรวมความสัมพันธ์จาก 3 หลักการเข้าด้วยกัน จะได้

PV = NRMT โดยที่ $N = \frac{m}{M}$

$PV = \frac{m}{M}RMT$

ดังนั้นจะได้ว่า $PV = mRT$

เมื่อ m คือ มวลของแก๊ส (kg)

M คือ มวลโมเลกุล (kmol)

R คือ ค่าคงที่ของแก๊ส (kJ/kg.K)

สำหรับสมการนี้ใช้สำหรับพิจารณาสมบัติของแก๊สที่จุดหนึ่งจุดใดโดยเฉพาะ นั่นหมายถึงถ้าพิจารณาที่จุด 1 หรือที่จุด 2 ก็จะได้ว่า

$P_1V_1 = mRT_1$ และ $P_2V_2 = mRT_2$

ตัวอย่างที่ 6.3 แก๊สจำนวนหนึ่งมีความดัน 180 kPa ปริมาตร 0.02 m อุณหภูมิ 28 ºC เปลี่ยนแปลง สภาวะจนความดันเป็น 850 kPa ปริมาตร 0.01 m3 ถ้าค่า R = 0.285 kJ/kg.K จงหามวลของแก๊สและอุณหภูมิสุดท้าย

วิธีทำ

หามวลจากสมการ $PV = mRT$

และใช้วิธีการหาค่าจากจุดเริ่มต้น (1) เนื่องจากทราบค่าทุกตัว

จึงได้ว่า $P_1V_1 = mRT_1$

และ $m = \frac{P_1V_1}{RT_1}$

กำหนดให้ $P_1 = 180\ \text{kPa}$

$V_1 = 0.02\ \text{m}^3$

$T_1 = 28 + 273 = 301\ \text{K}$

$R = 0.285\ \text{kJ/kg.K}$

$m = \frac{180 \times 0.02}{0.285 \times 301}$

ดังนั้น มวล $= 0.041\ \text{kg}$ **ตอบ**

หาอุณหภูมิสุดท้ายจากสมการ

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

และ $T_2 = \frac{P_2V_2T_1}{P_1V_1}$

เมื่อ $P_2 = 850\ \text{kPa}$

$V_2 = 0.01\ \text{m}^3$

ดังนั้น $T_2 = \frac{850 \times 0.01 \times 301}{180 \times 0.02}$

$= 710.69\ \text{K}$

อุณหภูมิสุดท้าย $= 437.69\ ^{\circ}\text{C}$ **ตอบ**

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. แก๊สอุดมคติคือแก๊สที่
   ก. ประพฤติตาม กฎของแก๊สอุดมคติทุกกรณี
   ข. มีปริมาตรคงที่
   ค. มีมวลคงที่แต่ไม่เปลี่ยนปริมาตร
   ง. มีแรงระหว่างโมเลกุลสูง
2. สมการของแก๊สอุดมคติคือ
   ก. $PV = nRT$
   ข. $P = \rho gh$
   ค. $F = ma$
   ง. $Q = mc\Delta T$
3. ในสมการแก๊สอุดมคติ $PV = nRT$ ตัวแปรใดคือค่าคงที่สากล
   ก. P
   ข. V
   ค. R
   ง. T
4. แก๊สอุดมคติ 2 mol มีอุณหภูมิ 300 K และความดัน 100 kPa จงหาปริมาตร V

$$PV = nRT, R = 8.314 \text{ J/mol\cdotpK}$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{2 \times 8.314 \times 300}{100000} \approx 0.0499 \text{ m}^3$$

   ก. 0.05 m^3
   ข. 0.5 m^3
   ค. 0.005 m^3
   ง. 0.49 m^3
5. เมื่ออุณหภูมิของแก๊สคงที่และปริมาตรเพิ่มขึ้น ความดันจะเป็นอย่างไร
   ก. เพิ่มขึ้น
   ข. ลดลง
   ค. คงที่
   ง. ขึ้นอยู่กับชนิดของแก๊ส
6. สมการแก๊สอุดมคติแบบใช้มวล (m) คือ
   ก. $PV = nRT$
   ข. $PV = \frac{m}{M}RT$
   ค. $PV = mc^2$
   ง. $PV = \rho gh$

7. แก๊สอุดมคติ 1 mol ที่อุณหภูมิ 273 K ความดัน 1 atm จะมีปริมาตรเท่าไร (ใช้ $R = 0.0821$ L\cdotpatm/mol\cdotpK)

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{1 \times 0.0821 \times 273}{1} \approx 22.4 \text{ L}$$

ก. 22.4 L

ข. 24 L

ค. 20 L

ง. 18 L

8. ความหมายของ สถานะมาตรฐานของแก๊ส (STP) คือ

ก. 0 °C และ 1 atm

ข. 25 °C และ 1 atm

ค. 100 °C และ 1 atm

ง. 0 °C และ 0.5 atm

9. แก๊สอุดมคติทำงานในภาวะ อุณหภูมิคงที่ (Isothermal) ความดันและปริมาตรสัมพันธ์กันอย่างไร

ก. $P \propto V$

ข. $P \propto 1/V$

ค. $P =$ คงที่

ง. $V =$ คงที่

10. ถ้าแก๊สอุดมคติได้รับความร้อนทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปริมาตรคงที่ ความดันจะเป็นอย่างไร

ก. ลดลง

ข. เพิ่มขึ้น

ค. คงที่

ง. ขึ้นอยู่กับชนิดของแก๊ส

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. แก๊สอุดมคติคือแก๊สที่

ก. ประพฤติตาม กฎของแก๊สอุดมคติทุกกรณี

ข. มีปริมาตรคงที่

ค. มีมวลคงที่แต่ไม่เปลี่ยนปริมาตร

ง. มีแรงระหว่างโมเลกุลสูง

2. สมการของแก๊สอุดมคติคือ

ก. $PV = nRT$

ข. $P = \rho gh$

ค. $F = ma$

ง. $Q = mc\Delta T$

3. ในสมการแก๊สอุดมคติ $PV = nRT$ ตัวแปรใดคือค่าคงที่สากล

ก. P

ข. V

ค. R

ง. T

4. แก๊สอุดมคติ 2 mol มีอุณหภูมิ 300 K และความดัน 100 kPa จงหาปริมาตร V

$$PV = nRT, R = 8.314 \text{ J/mol\cdotpK}$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{2 \times 8.314 \times 300}{100000} \approx 0.0499 \text{ m}^3$$

ก. 0.05 m^3

ข. 0.5 m^3

ค. 0.005 m^3

ง. 0.49 m^3

5. เมื่ออุณหภูมิของแก๊สคงที่และปริมาตรเพิ่มขึ้น ความดันจะเป็นอย่างไร

ก. เพิ่มขึ้น

ข. ลดลง

ค. คงที่

ง. ขึ้นอยู่กับชนิดของแก๊ส

6. สมการแก๊สอุดมคติแบบใช้มวล (m) คือ

ก. $PV = nRT$

ข. $PV = \frac{m}{M}RT$

ค. $PV = mc^2$

ง. $PV = \rho gh$

7. แก๊สอุดมคติ 1 mol ที่อุณหภูมิ 273 K ความดัน 1 atm จะมีปริมาตรเท่าไร (ใช้ $R = 0.0821$ L\cdotpatm/mol\cdotpK)

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{1 \times 0.0821 \times 273}{1} \approx 22.4 \text{ L}$$

ก. 22.4 L

ข. 24 L

ค. 20 L

ง. 18 L

8. ความหมายของ **สถานะมาตรฐานของแก๊ส (STP)** คือ

ก. 0 °C และ 1 atm

ข. 25 °C และ 1 atm

ค. 100 °C และ 1 atm

ง. 0 °C และ 0.5 atm

9. แก๊สอุดมคติทำงานในภาวะ **อุณหภูมิคงที่ (Isothermal)** ความดันและปริมาตรสัมพันธ์กันอย่างไร

ก. $P \propto V$

ข. $P \propto 1/V$

ค. $P =$ คงที่

ง. $V =$ คงที่

10. ถ้าแก๊สอุดมคติได้รับความร้อนทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปริมาตรคงที่ ความดันจะเป็นอย่างไร

ก. ลดลง

ข. เพิ่มขึ้น

ค. คงที่

ง. ขึ้นอยู่กับชนิดของแก๊ส

	ใบกิจกรรม ที่ 6	หน่วยที่ 6
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 10-11
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ แก๊สอุดมคติ	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน แก๊สอุดมคติ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

แก๊สอุดมคติ หมายถึง แก๊สที่ประกอบด้วยโมเลกุลที่เคลื่อนที่อย่างอิสระ มีขนาดโมเลกุลเล็กมากจนถือว่าไม่มีปริมาตรและไม่มีแรงกระทำระหว่างโมเลกุล ซึ่งก็คือแก๊สทั่ว ๆ ไปนั่นเองแต่ขณะที่อยู่ในสภาวะอุดมคติจะต้องอยู่ในอุณหภูมิสูงกว่าจุดเดือดของตัวมันเองมากภายใต้ความดันของจุดเดือดของแก๊สนั้น ตัวอย่างของแก๊สอุดมคติ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับแก๊สอุดมคติ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. กฎของบอยล์
2. กฎของชาร์ล
3. สมการสภาวะของแก๊สอุดมคติ
4. หลักของอาโวกาโดร

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามกฎของบอยล์ได้
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามกฎของชาร์ลได้
3. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามสมการสภาวะของแก๊สอุดมคติได้
4. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามหลักของอาโวกาโดรได้
5. คำนวณหาค่าสมบัติของแก๊สเมื่อเปลี่ยนแปลงตามกฎของบอยล์ได้
6. คำนวณหาค่าสมบัติของแก๊สเมื่อเปลี่ยนแปลงตามกฎของชาร์ลได้
7. คำนวณหาค่าสมบัติของแก๊สเมื่อเปลี่ยนแปลงตามสมการสภาวะของแก๊สอุดมคติได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. หลอดทดลองหรือกระบอกสูบพร้อมลูกสูบ
2. แก๊สบริสุทธิ์ (เช่น อากาศ, ไฮโดรเจน, หรือไนโตรเจน)
3. เทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิแก๊ส
4. มาตรวัดความดัน (Manometer หรือ Pressure Sensor)
5. เครื่องชั่ง (ถ้าต้องวัดมวลแก๊ส)
6. กระดาษกราฟและปากกา สำหรับบันทึกผล

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. วัดความดันและปริมาตร ของแก๊สที่อุณหภูมิต่าง ๆ
2. ปรับอุณหภูมิ โดยการใช้แหล่งความร้อนหรือน้ำเย็น
3. บันทึกค่า ความดันและปริมาตร ของแก๊สที่อุณหภูมิแต่ละค่า
4. ทำซ้ำการทดลองหลายครั้งเพื่อความแม่นยำ

7. สรุปและอภิปราย

1. อภิปรายว่าผลการทดลองตรงกับ กฎของแก๊สอุดมคติ
2. วิเคราะห์ ข้อผิดพลาด เช่น การรั่วของแก๊ส, การอ่านเครื่องมือไม่แม่นยำ

8. การประเมินผล

รายการ	**ผลการวัด / ข้อสังเกต**
1.ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา	_____
2.ผู้เรียนทำกิจกรรสอกคล้องกับเนื้อหา	_____
3.ผู้เรียนได้เรียนและทำกิจกรรมส่งเสริมกระบวนการคิด	_____
4.ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำงานจริง	_____

9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

	ใบงาน ที่ 6	หน่วยที่ 6
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 10-11
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ แก๊สอุดมคติ	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน แก๊สอุดมคติ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

แก๊สอุดมคติ หมายถึง แก๊สที่ประกอบด้วยโมเลกุลที่เคลื่อนที่อย่างอิสระ มีขนาดโมเลกุลเล็กมากจนถือว่าไม่มีปริมาตรและไม่มีแรงกระทำระหว่างโมเลกุล ซึ่งก็คือแก๊สทั่ว ๆ ไปนั่นเองแต่ขณะที่อยู่ในสภาวะอุดมคติจะต้องอยู่ในอุณหภูมิสูงกว่าจุดเดือดของตัวมันเองมากภายใต้ความดันของจุดเดือดของแก๊สนั้น ตัวอย่างของแก๊สอุดมคติ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับแก๊สอุดมคติ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. กฎของบอยล์
2. กฎของชาร์ล
3. สมการสภาวะของแก๊สอุดมคติ
4. หลักของอาโวกาโดร

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามกฎของบอยล์ได้
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามกฎของชาร์ลได้
3. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามสมการสภาวะของแก๊สอุดมคติได้
4. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามหลักของอาโวกาโดรได้
5. คำนวณหาค่าสมบัติของแก๊สเมื่อเปลี่ยนแปลงตามกฎของบอยล์ได้
6. คำนวณหาค่าสมบัติของแก๊สเมื่อเปลี่ยนแปลงตามกฎของชาร์ลได้
7. คำนวณหาค่าสมบัติของแก๊สเมื่อเปลี่ยนแปลงตามสมการสภาวะของแก๊สอุดมคติได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. หลอดทดลองหรือกระบอกสูบพร้อมลูกสูบ
2. แก๊สบริสุทธิ์ (เช่น อากาศ, ไฮโดรเจน, หรือไนโตรเจน)
3. เทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิแก๊ส
4. มาตรวัดความดัน (Manometer หรือ Pressure Sensor)
5. เครื่องชั่ง (ถ้าต้องวัดมวลแก๊ส)

6. กระดาษกราฟและปากกา สำหรับบันทึกผล

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

.....

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนที่ 1: เตรียมอุปกรณ์และสารแก๊ส

- ตรวจสอบอุปกรณ์ เช่น หลอดทดลอง ลูกสูบ เทอร์โมมิเตอร์ มาตรวัดความดัน และแก๊สบริสุทธิ์
- ทำความสะอาดอุปกรณ์และตรวจสอบการปิดสนิทของภาชนะแก๊ส

ขั้นตอนที่ 2: ทดลองและบันทึกผล

- วัดความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊สในสภาวะต่าง ๆ
  - Isothermal (อุณหภูมิคงที่)
  - Isochoric (ปริมาตรคงที่)
  - Isobaric (ความดันคงที่)
- บันทึกผลลงในตารางและสังเกตความสัมพันธ์ระหว่าง P, V, T

ขั้นตอนที่ 3: วิเคราะห์ผลและสรุปข้อสังเกต

- ใช้สมการ $PV = nRT$ คำนวณและเปรียบเทียบค่าที่ได้กับทฤษฎี
- วิเคราะห์ข้อผิดพลาด เช่น การรั่วของแก๊สหรือการอ่านเครื่องมือไม่แม่นยำ
- สรุปข้อสังเกตเกี่ยวกับพฤติกรรมของแก๊สอุดมคติและความสัมพันธ์ของตัวแปร

8. สรุปและวิจารณ์ผล

1. อภิปรายว่าผลการทดลองตรงกับ กฎของแก๊สอุดมคติ
2. วิเคราะห์ ข้อผิดพลาด เช่น การรั่วของแก๊ส, การอ่านเครื่องมือไม่แม่นยำ

9. การประเมินผล

ชื่อ-สกุล..... รหัสประจำตัวนักเรียน.....
ระดับชั้น..... กลุ่ม..... แผนกวิชา.....
ใบปฏิบัติงานที่..... วิชา.....

จุดที่	ขนาดตามแบบ	พิกัดที่กำหนด	คะแนนเต็ม	ขนาดที่วัดได้	คะแนนที่ได้
		รวม			

9.1 เกณฑ์การประเมิน

หมายเหตุ	ผลการประเมิน
	ได้ร้อยละ 80-100 ดีมาก 70-79 ดี 60-69 พอใช้ 50-59 ต้องปรับปรุง น้อยกว่า 50 ต่ำกว่าเกณฑ์

ลงชื่อ..... (.....) นักเรียน-นักศึกษา	ลงชื่อ..... (.....) ผู้ตรวจ	คะแนนที่ได้ .....

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

	ใบมอบหมายงาน ที่ 6	หน่วยที่ 6
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 10-11
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ แก๊สอุดมคติ	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน แก๊สอุดมคติ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

แก๊สอุดมคติ หมายถึง แก๊สที่ประกอบด้วยโมเลกุลที่เคลื่อนที่อย่างอิสระ มีขนาดโมเลกุลเล็กมากจนถือว่าไม่มีปริมาตรและไม่มีแรงกระทำระหว่างโมเลกุล ซึ่งก็คือแก๊สทั่ว ๆ ไปนั่นเองแต่ขณะที่อยู่ในสภาวะอุดมคติจะต้องอยู่ในอุณหภูมิสูงกว่าจุดเดือดของตัวมันเองมากภายใต้ความดันของจุดเดือดของแก๊สนั้น ตัวอย่างของแก๊สอุดมคติ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับแก๊สอุดมคติ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. กฎของบอยล์
2. กฎของชาร์ล
3. สมการสภาวะของแก๊สอุดมคติ
4. หลักของอาโวกาโดร

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามกฎของบอยล์ได้
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามกฎของชาร์ลได้
3. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามสมการสภาวะของแก๊สอุดมคติได้
4. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแก๊สตามหลักของอาโวกาโดรได้
5. คำนวณหาค่าสมบัติของแก๊สเมื่อเปลี่ยนแปลงตามกฎของบอยล์ได้
6. คำนวณหาค่าสมบัติของแก๊สเมื่อเปลี่ยนแปลงตามกฎของชาร์ลได้
7. คำนวณหาค่าสมบัติของแก๊สเมื่อเปลี่ยนแปลงตามสมการสภาวะของแก๊สอุดมคติได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. รายละเอียดของงาน

1. เตรียมอุปกรณ์และสารบริสุทธิ์
2. วัดมวลและปริมาตรของสารบริสุทธิ์
3. สังเกตสมบัติทางกายภาพ เช่น สี รูปร่าง ความโปร่งใส จุดหลอมเหลว จุดเดือด
4. บันทึกผลและคำนวณความหนาแน่น
5. วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลกับทฤษฎี

6. กำหนดเวลาส่งงาน หลังการการสอนเสร็จสิ้น

7. แนวทางในการปฏิบัติงาน

1. วัดความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊สในสภาวะต่าง ๆ
   - Isothermal (อุณหภูมิคงที่)
   - Isochoric (ปริมาตรคงที่)
   - Isobaric (ความดันคงที่)
2. บันทึกผลลงในตารางและกราฟเพื่อเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ

8. แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

9. การประเมินผล

รายการ	**ผลการวัด / ข้อสังเกต**
1.ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา	_____
2.ผู้เรียนทำกิจกรรสอกคล้องกับเนื้อหา	_____
3.ผู้เรียนได้เรียนและทำกิจกรรมส่งเสริมกระบวนการคิด	_____
4.ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำงานจริง	_____

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.. .....

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ละเว้นอบายมุข	ความซื่อสัตย์	ความเสียสละ	จิตอาสา	อดทน	ประหยัด	ซื่อสัตย์	สุภาพ	ตรงต่อเวลา		
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

หมายเหตุ - **เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์**

3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้นำได้

2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1) วัน เดือน ปี .....สอนครั้งที่ .../.... สาขา/ชั้นปี .....จำนวนผู้เรียน.....คน มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

2) หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

.....

❑ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ❑ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

3) กิจกรรม/วิธีการสอน

❑ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ❑ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/

❑ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ❑ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

❑ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ❑ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน

❑ อื่น ๆ (ระบุ).....

4) สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ : .....

11.2 ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

1) การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน : .....

.....

2) สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ : .....

.....

3) สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม : .....

.....

4) ผลการสอนของครู : .....

.....

5) ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย : .....

.....

11.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน/แก้ปัญหา

1) ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ : .....

.....

2) แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน: .....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 7
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 12-13
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่อเรื่อง/กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

กระบวนการ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาวะของระบบจากสภาวะหนึ่งไปเป็นยังอีกสภาวะหนึ่ง โดยการเปลี่ยนแปลงสมบัติของระบบอย่างน้อย 1 อย่างขึ้นไป ซึ่งจะถือว่ามี การเปลี่ยนแปลงสภาวะหรือมีกระบวนการเกิดขึ้น เช่น น้ำที่เป็นของเหลวได้รับความร้อนจนระเหย เป็นไอ การขยายตัวของไอน้ำภายในกังหันไอน้ำ หรือแก๊สถูกอัดตัวในเครื่องอัด เป็นต้น

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางอุณหพลศาสตร์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. กระบวนการปริมาตรคงที่
2. กระบวนการความดันคงที่
3. กระบวนการอุณหภูมิคงที่

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายลักษณะการเกิดกระบวนการได้
2. คำนวณหาค่าสมบัติของสารทำงานในแต่ละสภาวะที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการปริมาตรคงที่ กระบวนการความดันคงที่ และ กระบวนการอุณหภูมิคงที่ได้
3. คำนวณหาพลังงานที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการปริมาตรคงที่ กระบวนการความดันคงที่ และกระบวนการอุณหภูมิคงที่ได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. สาระการเรียนรู้

1. อธิบายลักษณะการเกิดกระบวนการได้
2. คำนวณหาค่าสมบัติของสารทำงานในแต่ละสภาวะที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการปริมาตรคงที่ กระบวนการความดันคงที่ และ กระบวนการอุณหภูมิคงที่ได้
3. คำนวณหาพลังงานที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการปริมาตรคงที่ กระบวนการความดันคงที่ และกระบวนการอุณหภูมิคงที่ได้

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารของวิทยาลัยฯ
2. ครูแนะนำคำอธิบายรายวิชาจุดประสงค์ของรายวิชา และสมรรถนะรายวิชา และเป้าหมายของการศึกษา
3. ครูแนะนำเกณฑ์การให้คะแนน การวัดประเมินผล การลา และจำนวนคาบที่ขาดได้
4. ครูชี้แจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียน เรื่อง กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์
5. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 7
6. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 7 จากครู
7. ครูสำรวจความพร้อมของนักเรียน

6.2 ขั้นให้เนื้อหาและการสอน

1. นักเรียนเปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 7 กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์
2. นักเรียนฟังอธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนจากครู
3. นักเรียนเรียนช่วยกันอภิปรายถึงการทำงานอย่างไรให้มีความปลอดภัย
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
5. นักเรียนและครูร่วมเฉลยแบบฝึกหัด และแลกเปลี่ยนเหตุผลระหว่างกัน

6.3 ขั้นสรุปและการประยุกต์

1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ตอบข้อซักถามและสรุปเนื้อหาโดยสรุป

7. สื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 7, PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน วิดีโอสั้นเกี่ยวกับกระบวนการทางอุณหพลศาสตร์

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. ผลการทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 7
2. ผลการทำแบบทดสอบหน่วยที่ 7
3. ผลการตรวจแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 7

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. ผลการทำแบบฝึกหัดที่ 7
2. ผลประเมินการการนำเสนอกิจกรรมหัวข้อกระบวนการทางอุณหพลศาสตร์

9. การวัดและประเมินผล

เครื่องมือวัด	วิธีวัด	การประเมินตามเกณฑ์
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre–test) หน่วยที่ 7	ทดสอบ-ตรวจแบบทดสอบ	(ไว้เปรียบเทียบกับหลังเรียน)
2. แบบทดสอบหน่วยที่ 7	ปฏิบัติ-ตรวจแบบฝึกหัด	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. แบบฝึกหัดที่ 7	ปฏิบัติ-ประเมิน	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 7	ทดสอบ-ตรวจแบบทดสอบ	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	สังเกต/ผู้เรียนประเมินตนเอง	เกณฑ์ผ่าน 70%

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

	ใบความรู้ ที่ 7	หน่วยที่ 7
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 12-13
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่อเรื่อง กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

กระบวนการ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาวะของระบบจากสภาวะหนึ่งไปเป็นยังอีกสภาวะหนึ่ง โดยการเปลี่ยนแปลงสมบัติของระบบอย่างน้อย 1 อย่างขึ้นไป ซึ่งจะถือว่ามี การเปลี่ยนแปลงสภาวะหรือมีกระบวนการเกิดขึ้น เช่น น้ำที่เป็นของเหลวได้รับความร้อนจนระเหย เป็นไอ การขยายตัวของไอน้ำภายในกังหันไอน้ำ หรือแก๊สถูกอัดตัวในเครื่องอัด เป็นต้น

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางอุณหพลศาสตร์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. กระบวนการปริมาตรคงที่
2. กระบวนการความดันคงที่
3. กระบวนการอุณหภูมิคงที่

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายลักษณะการเกิดกระบวนการได้
2. คำนวณหาค่าสมบัติของสารทำงานในแต่ละสภาวะที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการปริมาตรคงที่ กระบวนการความดันคงที่ และ กระบวนการอุณหภูมิคงที่ได้
3. คำนวณหาพลังงานที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการปริมาตรคงที่ กระบวนการความดันคงที่ และกระบวนการอุณหภูมิคงที่ได้

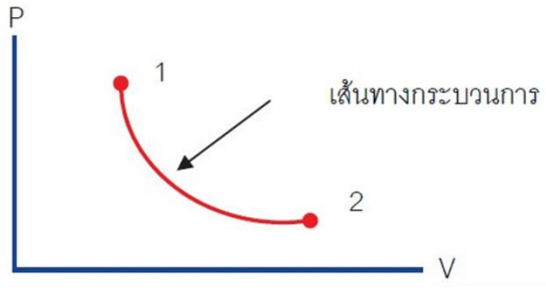
4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เนื้อหาสาระ

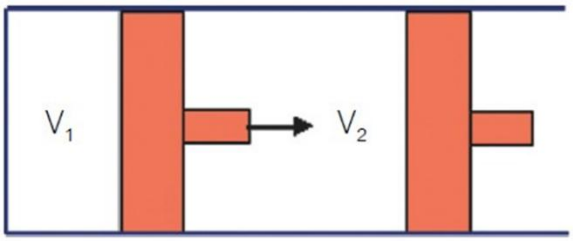
7.1 กระบวนการ

กระบวนการ (Process) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาวะของระบบจากสภาวะหนึ่งไปเป็นอีกสภาวะหนึ่งโดยการเปลี่ยนแปลงสมบัติของระบบอย่างน้อย 1 อย่างขึ้นไปจะถือว่ามีการเปลี่ยนแปลงสภาวะหรือมีกระบวนการเกิดขึ้น เช่น น้ำที่เป็นของเหลวได้รับความร้อนจนระเหยเป็นไอ



ลักษณะของกระบวนการ

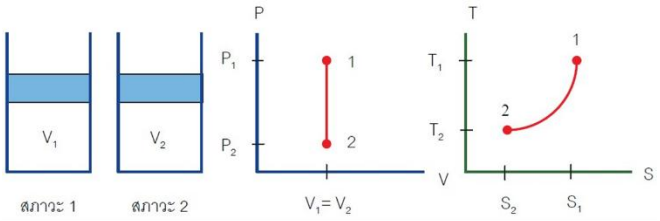
กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์มีหลายกระบวนการด้วยกัน แต่ที่เกี่ยวข้องและนำมาประยุกต์ใช้กับหลักการทำงานของเครื่องจักรกลเบื้องต้น จะนำมาศึกษารายละเอียดบางกระบวนการ ได้แก่ กระบวนการปริมาตรคงที่ กระบวนการความดันคงที่ กระบวนการอุณหภูมิคงที่ กระบวนการไอเซนทรอปิก และกระบวนการพอลิทรอปิก เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้ากระบวนการอื่น ๆ ต่อไป



(ต่อ) ลักษณะของกระบวนการ

7.2 กระบวนการปริมาตรคงที่

กระบวนการปริมาตรคงที่ (Constance Volume Process or Isochoric Process) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาวะของระบบจากสภาวะเริ่มต้น (1) ไปเป็นสภาวะสุดท้าย (2) โดยที่ปริมาตรของระบบคงที่ตลอดกระบวนการ



การเปลี่ยนแปลงสภาวะ แผนภาพ P–V และ T–S กระบวนการปริมาตรคงที่

การเปลี่ยนแปลงของแก๊สอุดมคติ ภายใต้กระบวนการปริมาตรคงที่จากสภาวะเริ่มต้นที่ความดัน (P_1) อุณหภูมิ (T_1) ไปสภาวะสุดท้ายที่ความดัน (P_2) อุณหภูมิ (T_1) โดยที่ปริมาตรเริ่มต้น (V_1) เท่ากับปริมาตรสุดท้าย (V_2)

จากสมการสภาวะของแก๊สอุดมคติ

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

เมื่อ $V_1 = V_2$

ดังนั้นจะได้ว่า $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

ในกรณีที่ระบบเป็นระบบปิด การหาค่าต่าง ๆ สามารถหาได้จากสมการดังนี้

1. งานที่เกิดขึ้น

$$W_{12} = \int_1^2 PdV$$

เนื่องจาก $V_1 = V_2$ ดังนั้น $dV = 0$

$$W_{12} = 0$$

2. ความร้อนที่ถ่ายเท

จากกฎข้อที่ 1 ของอุณหพลศาสตร์ในระบบปิด $Q_{12} = \Delta U + W_{12}$

เมื่อ $W_{12} = 0$

ดังนั้น $Q_{12} = \Delta U = \int_1^2 mC_v dT$

เมื่อ C_v เป็นค่าคงที่

ดังนั้น $Q_{12} = mC_v\Delta T$ หรือ $Q_{12} = mC_v(T_2 - T_1)$

3. การเปลี่ยนแปลงพลังงานภายใน

เมื่อ $Q_{12} = \Delta U$

ดังนั้น $\Delta U = mC_v(T_2 - T_1)$

4. การเปลี่ยนแปลงเอนทัลปี

จาก $\Delta H = H_2 - H_1$

$= \int_1^2 mC_p dT$ เมื่อ C_p เป็นค่าคงที่

$\Delta H = mC_p\Delta T$ หรือ $\Delta H = mC_p(T_2 - T_1)$

5. การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปี

จาก $\Delta S = mC_v\int_1^2 \frac{dT}{T} = mC_v\ln(\frac{T_2}{T_1})$

ดังนั้น $\Delta S = mC_v\ln(\frac{T_2}{T_1})$ หรือ $\Delta S = mC_v\ln(\frac{P_2}{P_1})$

ตัวอย่างที่ 7.1 อากาศจำนวนหนึ่งมีปริมาตร 0.5 m เปลี่ยนแปลงสภาวะแบบกระบวนการปริมาตรคงที่ ที่สภาวะเริ่มต้นความดัน 1 MPa อุณหภูมิ 30 °C จนมีอุณหภูมิ –100 °C เมื่อค่าคงที่ของ อากาศ R = 0.287 kJ/kg.K ค่า C = 1.005 kJ/kg.K และ C = 0.718 kJ/kg.K จงคำนวณหาความดันที่สภาวะสุดท้าย งานที่เกิดขึ้น ความร้อนที่ถ่ายเทการเปลี่ยนแปลง ของพลังงานภายในเอนทัลปี และเอนโทรปี ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการ

วิธีทำ

โจทย์กำหนด $V_1 = 0.5\ m^3$

$P_1 = 1\ MPa = 1000\ kPa$

$T_1 = 30 + 273 = 303\ K$

$T_2 = -100 + 273 = 173\ K$

หาความดันสุดท้าย $P_2 = P_1(\frac{T_2}{T_1})$

$= 1{,}000(\frac{173}{303})$

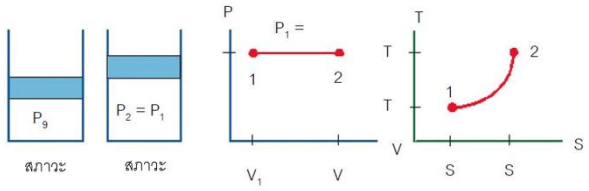
ดังนั้น ความดันสุดท้าย = 570.95 kPa ตอบ

หางานที่เกิดขึ้น $W_{12} = 0$ ตอบ

หาความร้อนที่ถ่ายเท $Q_{12} = \Delta U = mC_v(T_2 - T_1)$

7.3 กระบวนการความดันคงที่

กระบวนการความดันคงที่ Constant temperature or Isobaric process หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาวะของระบบจากสภาวะเริ่มต้น (1) ไปเป็นสภาวะสุดท้าย (2) โดยที่ความดันของระบบคงที่ตลอดกระบวนการ



การเปลี่ยนแปลงสภาวะ แผนภาพ P – V และ T – S กระบวนการความดันคงที่

การเปลี่ยนแปลงของ แก๊สอุดมคติ ภายใต้กระบวนการความดันคงที่ จากสภาวะเริ่มต้นที่ปริมาตร (V_1) อุณหภูมิ (T_2) ไปสภาวะสุดท้ายที่ปริมาตร (V_2) อุณหภูมิ (T_2) โดยที่ความดันเริ่มต้น (P_1) เท่ากับความดันสุดท้าย (P_2)

จากสมการสภาวะของแก๊สอุดมคติ

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \text{ เมื่อ } P_1 = P_2$$

ดังนั้นจะได้ว่า $$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

7.3.1 ในกรณีที่ระบบเป็นระบบปิด การหาค่าต่าง ๆ สามารถหาได้จากสมการดังนี้

1. งานที่เกิดขึ้น

$$W_{12} = \int_1^2 PdV \quad \text{เมื่อ P มีค่าคงที่}$$

ดังนั้น $W_{12} = P\int_1^2 dV = P(V_2 - V_1)$ และเมื่อ $PV = mRT$

$$W_{12} = mR(T_2 - T_1)$$

2. ความร้อนที่ถ่ายเท จากกฎข้อที่ 1 ของอุณหพลศาสตร์ในระบบปิด $Q_{12} = \Delta U + W_{12}$

$$Q_{12} = U_2 - U_1 + P(V_2 - V_1)$$
$$= (U_2 + P_2V_2) - (U_1 + P_1V_1)$$
$$= H_2 - H_1$$

หรือ $Q_{12} = mC_p(T_2 - T_1)$

3. การเปลี่ยนแปลงเอนทัลปี

$$\Delta h = q = C_p(T_2 - T_1)$$

4. การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปี

$$\Delta s = mC_p \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) \text{ หรือ } \Delta s = mC_p \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

ตัวอย่างที่ 7.2 แก๊สมวล 15 kg บรรจุในภาชนะปิดความดัน 300 kPa อุณหภูมิ 100 °C เปลี่ยนแปลงสภาวะโดยความดันคงที่จนอุณหภูมิเป็น 30 °C เมื่อค่า C = 1.043 kJ/kg.K และ C = 0.745 kJ/kg.K จงหาค่างานที่เกิดขึ้น ความร้อนที่ถ่ายเท การเปลี่ยนแปลงของ พลังงานภายใน และการเปลี่ยนแปลงเอนโทรปี

วิธีทำ

สำหรับระบบที่ไม่มีการไหล งานที่เกิดขึ้น $W_{12} = mR(T_2 - T_1)$

โจทย์กำหนด $m = 15$ kg

$R = C_p - C_v = 1.043 - 0.745 = 0.298$ kJ/kg.K

$T_2 = 273 + 30 = 303$ K

$T_1 = 273 + 100 = 373$ K

$W_{12} = 15 \times 0.298(303 - 373) = -312.9$ kJ

ดังนั้น = ต้องให้งานกับระบบ 312.9 kJ **ตอบ**

ความร้อนที่ถ่ายเท

$Q_{12} = mC_p(T_2 - T_1)$

$Q_{12} = 15 \times 1.043(303 - 373) = -1095.15$ kJ

ความร้อนถ่ายเทออกจากระบบ = 1095.15 kJ **ตอบ**

การเปลี่ยนแปลงของพลังงานภายใน

$\Delta U = mC_v(T_2 - T_1)$

$\Delta U = 15 \times 0.745(303 - 373) = -782.25$ kJ

พลังงานภายในลดลง = 782.25 kJ **ตอบ**

การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปี

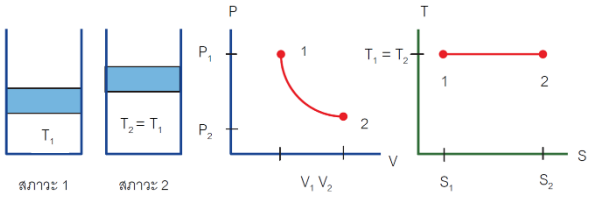
$\Delta S = mC_p \ln(\frac{T_2}{T_1})$

$\Delta S = 15 \times 1.043 \ln(\frac{303}{373}) = -3.25$ kJ/K

เอนโทรปีลดลง = 3.25 kJ/K **ตอบ**

7.4 กระบวนการอุณหภูมิคงที่

กระบวนการอุณหภูมิคงที่ (Constant Temperature or Isothermal Process) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาวะของระบบจากสภาวะเริ่มต้น (1) ไปเป็นสภาวะสุดท้าย (2) โดยที่อุณหภูมิของระบบคงที่ตลอดกระบวนการ



การเปลี่ยนแปลงสภาวะ แผนภาพ P–V และ T–S กระบวนการอุณหภูมิคงที่

จากสมการสภาวะของแก๊สอุดมคติ

$$\frac{P_2V_2}{T_2} = \frac{P_2V_2}{T_2} \quad \text{เมื่อ } T_1 = T_2$$

ดังนั้นจะได้ว่า $P_1V_1 = P_2V_2$

การเปลี่ยนแปลงของแก๊สอุดมคติ ภายใต้กระบวนการอุณหภูมิคงที่ จากสภาวะเริ่มต้นที่ความดัน (P_1) ปริมาตร (V_1) ไปสภาวะสุดท้ายที่ความดัน (P_2) ปริมาตร (V_2) โดยที่อุณหภูมิเริ่มต้น (T_1) เท่ากับอุณหภูมิสุดท้าย (T_2)

7.4.1 ในกรณีที่ระบบเป็นระบบปิด การหาค่าต่างๆ สามารถหาได้จากสมการดังนี้

1. งานที่เกิดขึ้น

$$W_{12} = \int_1^2 PdV$$

ดังนั้น $W_{12} = P_1V_1\ln(\frac{V_2}{V_1})$ หรือ $W_{12} = P_1V_1\ln(\frac{P_1}{P_2})$

2. ความร้อนที่ถ่ายเท

จากกฎข้อที่ 1 ของอุณหพลศาสตร์ในระบบปิด $Q_{12} = \Delta U + W_{12}$

เมื่ออุณหภูมิคงที่ $\Delta U = 0$ ดังนั้น $Q_{12} = W_{12}$

$Q_{12} = P_1V_1\ln(\frac{V_2}{V_1})$ หรือ $Q_{12} = P_1V_1\ln(\frac{P_1}{P_2})$

3. การเปลี่ยนแปลงพลังงานภายใน

$\Delta U = \int mC_v dT$ เมื่อ $dT = 0$

ดังนั้น $\Delta U = 0$

4. การเปลี่ยนแปลงเอนทัลปี

จาก $\Delta H = \int mC_p dT$ เมื่อ $dT = 0$

ดังนั้น $\Delta H = 0$

5. การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปี

เมื่อเป็นกระบวนการอุณหภูมิคงที่แบบย้อนกลับได้ $\Delta S = \frac{Q_{12}}{T_1}$

$\Delta S = \frac{P_1V_1}{T_1}\ln(\frac{V_2}{V_1})$ หรือ $\Delta S = \frac{P_1V_1}{T_1}\ln(\frac{P_1}{P_2})$

เมื่อ $PV = mRT$

ดังนั้น $\Delta S = mR\ln(\frac{V_2}{V_1})$ หรือ $\Delta S = mR\ln(\frac{P_1}{P_2})$

7.4.2 กรณีที่เป็นระบบเปิด

1. งานที่เกิดขึ้น

$$w = q - \frac{1}{2}(C_2^2 - C_1^2) - g(Z_2 - Z_1)$$

เมื่อ $q = P_1 v_1 \ln(\frac{V_2}{V_1})$

ดังนั้น $w = P_1 v_1 \ln(\frac{V_2}{V_1}) - \frac{1}{2}(V_2^2 - V_1^2) - g(Z_2 - Z_1)$ ----(7.23)

2. ความร้อนที่ถ่ายเท

เมื่อ $q = \frac{1}{2}(V_2^2 - V_1^2) - g(Z_2 - Z_1) + w$

ดังนั้น $q = P_1 v_1 \ln(\frac{V_2}{V_1})$ หรือ $q = P_1 v_1 \ln(\frac{P_1}{P_2})$

3. การเปลี่ยนแปลงเอนทัลปี

$$dT = 0$$

ดังนั้น $\Delta h = 0$

4. การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปี

$$\Delta s = R\ln(\frac{V_2}{V_1}) \quad \text{หรือ} \quad \Delta s = R\ln(\frac{P_1}{P_2})$$

ตัวอย่างที่ 7.3 อากาศมวล 1 kg ไหลเข้าระบบที่มีการไหลอย่างสม่ำเสมอที่ความดัน 10 kPa ความเร็ว 18 m/s ปริมาตร 1.8 m /kg ภายใต้กระบวนการอุณหภูมิคงที่แบบย้อนกลับได้และความดันทางออก 20 kPa ความเร็ว 30 m/s ปริมาตร 0.6 m /kg จงคำนวณหา ความร้อนที่ถ่ายเทและการเปลี่ยนแปลงเอนโทรปี เมื่อ R = 0.287 kJ/kg.K

วิธีทำ

สำหรับระบบที่มีการไหล

ความร้อนที่ถ่ายเท $q = P_1 v_1 \ln(\frac{V_2}{V_1})$

$= 10 \times 1.8 \ln(\frac{0.6}{1.8})$

$= -19.77$ kJ/kg

ความร้อนระบายออก $= 19.77$ kJ/kg **ตอบ**

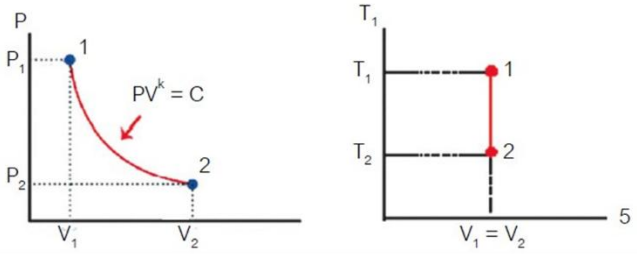
การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปี

$\Delta s = R\ln(\frac{V_2}{V_1}) = 0.287\ln(\frac{0.6}{1.8}) = -0.31$ kJ/kg.K

เอนโทรปีลดลง $= 0.31$ kJ/kg.K **ตอบ**

7.5 กระบวนการไอเซนทรอปิก

กระบวนการไอเซนทรอปิก (Isentropic Process) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาวะของระบบจากสภาวะเริ่มต้น (1) ไปเป็นสภาวะสุดท้าย (2) โดยเอนโทรปีของระบบนั้นคงที่ตลอดกระบวนการ



แผนภาพ P–V และ T–S ของกระบวนการไอเซนทรอปิก

การเปลี่ยนแปลงสภาวะของกระบวนการไอเซนทรอปิก เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ค่าเอนโทรปีคงที่และสำหรับกระบวนการที่เกิดขึ้นแบบย้อนกลับได้ จะได้ dS = 0

$$\text{ซึ่ง}\quad dS = \frac{dQ}{T}\quad \text{หรือ}\quad dQ = TdS$$

$$\text{จาก}\quad dS = 0\quad \text{ดังนั้น}\quad dQ = 0$$

สำหรับกระบวนการที่มีค่า dQ = 0 คือ กระบวนการที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อนระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเรียกว่า กระบวนการแอเดียแบติก จึงสรุปได้ว่ากระบวนการไอเซนทรอปแบบย้อนกลับได้ คือ กระบวนการเดียวกับกระบวนการแอเดียแบติก

ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและปริมาตรของกระบวนการไอเซนทรอปิกมีรายละเอียดดังสมการ

$$PV^k = C \quad (7.27)$$

เมื่อ k คือ ดัชนีการขยายตัวหรืออัดตัวของสารทำงาน และมีเงื่อนไขว่า $k = \frac{C_p}{C_v}$

และ $R = C_p - C_v$

ซึ่งการพิสูจน์ว่า $PV^k = C$ เมื่อเป็นกระบวนการไอเซนทรอปิกทำได้ดังต่อไปนี้

จาก $dS = \frac{dQ}{T}$ และ $\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$

เมื่อ $dQ = 0$ ดังนั้น $\Delta S = 0$ ด้วย

แต่ $dQ = dU + dW$

$0 = dU + dW$

เมื่อ $dU = mC_v dT$ และ $dW = PdV$

ดังนั้น $mC_v dT + PdV = 0$

เมื่อ $PV = mRT$ หรือ $d(PV) = d(mRT)$

$$PdV + VdP = mRdT$$

$$\text{ดังนั้น } dT = \left(\frac{PdV + VdP}{mR}\right)$$

นำ (7.29) แทนค่าใน (7.28)

$$mC_v\left(\frac{PdV + VdP}{mR}\right) = -PdV \text{ จะได้ } C_v\left(\frac{dV}{V}\right) + C_v\left(\frac{dP}{P}\right) = -R\left(\frac{dV}{V}\right)$$

$$\int_1^2 C_v \frac{dV}{V} + \int_1^2 C_v \frac{dP}{P} = \int_1^2 -R\frac{dV}{V}$$

เมื่อ C_v และ R เป็นค่าคงที่ จะได้ว่า

$$C_v \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) + C_v \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = -R\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$(C_v + R)\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = -C_v \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$$

เมื่อ $C_v + R = C_p$

ดังนั้น $C_p \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = C_v \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$ และเมื่อ $k = \frac{C_p}{C_v}$

$$\text{ดังนั้น } \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^k = \frac{P_1}{P_2}$$

จึงได้สมการของกระบวนการไอเซนทรอปิก $P_1V_1^{\,k} = P_2V_2^{\,k} = C$

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและอุณหภูมิจะได้ว่า

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{k-1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{1-k} \text{ หรือ } TV^{k-1} = C \quad (7.31)$$

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิ จะได้ว่า

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1-k}{k}} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} \text{ หรือ } TP^{\frac{1-k}{k}} = C$$

7.5.1 กรณีที่เป็นระบบปิด การหาค่าต่างๆ สามารถหาได้จากสมการดังนี้

1. งานที่เกิดขึ้น

งานสำหรับระบบที่ไม่มีการไหล

$$\text{เนื่องจาก } PV^k = C \text{ ดังนั้น } W_{12} = \int_1^2 PdV = C\int_{V_1}^{V_2} V^{-k}dV$$

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

$$= \frac{P_2V_2^kV_2^{1-k} - P_1V_1^kV_1^{1-k}}{1-k}$$

$$W_{12} = \frac{P_2V_2 - P_1V_1}{1-k}$$

$$\text{หรือ } W_{12} = \frac{mR(T_2 - T_1)}{1-k}$$

2. ความร้อนที่ถ่ายเท

ความร้อนสำหรับระบบที่ไม่มีการไหล เนื่องจากเป็นกระบวนการแอเดียแบติกจึงไม่มีความร้อนถ่ายเทระหว่างกระบวนการ

$$Q_{12} = 0$$

3. การเปลี่ยนแปลงของพลังงานภายใน

การเปลี่ยนแปลงของพลังงานภายในสำหรับระบบที่ไม่มีการไหล

$$\Delta U = -W = -\frac{mR(T_2 - T_1)}{1-k}$$

$$\text{หรือ } \Delta U = -\frac{P_2V_2 - P_1V_1}{1-k} \text{ หรือ } \frac{P_2V_2 - P_1V_1}{k-1}$$

4. การเปลี่ยนแปลงเอนทัลปี

$$\text{จากความสัมพันธ์ } H = U + PV \text{ และ } \Delta H = \Delta U + \Delta PV$$

$$= \frac{P_2V_2 - P_1V_1}{k-1} + (P_2V_2 - P_1V_1)$$

$$\Delta H = \frac{k(P_2V_2 - P_1V_1)}{k-1}$$

$$\text{หรือ } \Delta H = k\Delta U$$

5. การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปี

$$\text{เนื่องจากเป็นกระบวนการแอเดียแบติกย้อนกลับได้ } dS = \frac{dQ}{T} = 0$$

$$\text{ดังนั้น } \Delta S = S_2 - S_1 = 0$$

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์หมายถึงอะไร
   - ก. การเปลี่ยนแปลงของแรง
   - ข. การเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบ
   - ค. การเคลื่อนที่ของวัตถุ
   - ง. การเปลี่ยนแปลงของมวล
2. กระบวนการแบบใดที่อุณหภูมิคงที่
   - ก. Isobaric
   - ข. Isochoric
   - ค. Isothermal
   - ง. Adiabatic
3. กระบวนการแบบใดที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อน
   - ก. Isothermal
   - ข. Adiabatic
   - ค. Isobaric
   - ง. Isochoric
4. กระบวนการ Isobaric มีลักษณะอย่างไร
   - ก. ปริมาตรคงที่
   - ข. ความดันคงที่
   - ค. อุณหภูมิคงที่
   - ง. ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
5. กระบวนการ Isochoric มีลักษณะอย่างไร
   - ก. ปริมาตรคงที่
   - ข. ความดันคงที่
   - ค. อุณหภูมิคงที่
   - ง. ไม่มีการถ่ายเทความร้อน
6. ในกระบวนการ Isothermal ของแก๊สอุดมคติ ความสัมพันธ์ระหว่าง P และ V คือข้อใด
   - ก. $P \propto V$
   - ข. $P \propto 1/V$
   - ค. $P =$ คงที่
   - ง. $V =$ คงที่
7. ในกระบวนการ Isochoric งานที่เกิดขึ้นมีค่าเท่าไร
   - ก. มากที่สุด
   - ข. น้อยที่สุด
   - ค. เท่ากับศูนย์
   - ง. ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

8. ถ้าแก๊สได้รับความร้อนและไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตร ความดันจะเป็นอย่างไร

ก. ลดลง

ข. ไม่แน่นอน

ค. คงที่

ง. เพิ่มขึ้น

9. งานที่เกิดขึ้นในกระบวนการ Isobaric คำนวณจากสูตรใด

ก. $W = PV$

ข. $W = Fd$

ค. $W = P\Delta V$

ง. $W = mc\Delta T$

10. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับกระบวนการ Adiabatic

ก. มีการถ่ายเทความร้อน

ข. ปริมาตรคงที่

ค. ความดันคงที่

ง. ไม่มีการถ่ายเทความร้อน

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์หมายถึงอะไร

ก. การเปลี่ยนแปลงของแรง

ข. การเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบ

ค. การเคลื่อนที่ของวัตถุ

ง. การเปลี่ยนแปลงของมวล

2. กระบวนการแบบใดที่อุณหภูมิคงที่

ก. Isobaric

ข. Isochoric

ค. Isothermal

ง. Adiabatic

3. กระบวนการแบบใดที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อน

ก. Isothermal

ข. Adiabatic

ค. Isobaric

ง. Isochoric

4. กระบวนการ Isobaric มีลักษณะอย่างไร
   ก. ปริมาตรคงที่
   ข. ความดันคงที่
   ค. อุณหภูมิคงที่
   ง. ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
5. กระบวนการ Isochoric มีลักษณะอย่างไร
   ก. ปริมาตรคงที่
   ข. ความดันคงที่
   ค. อุณหภูมิคงที่
   ง. ไม่มีการถ่ายเทความร้อน
6. ในกระบวนการ Isothermal ของแก๊สอุดมคติ ความสัมพันธ์ระหว่าง P และ V คือข้อใด
   ก. $P \propto V$
   ข. $P \propto 1/V$
   ค. $P =$ คงที่
   ง. $V =$ คงที่
7. ในกระบวนการ Isochoric งานที่เกิดขึ้นมีค่าเท่าไร
   ก. มากที่สุด
   ข. น้อยที่สุด
   ค. เท่ากับศูนย์
   ง. ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ
8. ถ้าแก๊สได้รับความร้อนและไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตร ความดันจะเป็นอย่างไร
   ก. ลดลง
   ข. ไม่แน่นอน
   ค. คงที่
   ง. เพิ่มขึ้น
9. งานที่เกิดขึ้นในกระบวนการ Isobaric คำนวณจากสูตรใด
   ก. $W = PV$
   ข. $W = Fd$
   ค. $W = P\Delta V$
   ง. $W = mc\Delta T$
10. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับกระบวนการ Adiabatic
   ก. มีการถ่ายเทความร้อน
   ข. ปริมาตรคงที่
   ค. ความดันคงที่
   ง. ไม่มีการถ่ายเทความร้อน

	ใบกิจกรรม ที่ 7	หน่วยที่ 7
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 12-13
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

กระบวนการ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาวะของระบบจากสภาวะหนึ่งไปเป็นยังอีกสภาวะหนึ่ง โดยการเปลี่ยนแปลงสมบัติของระบบอย่างน้อย 1 อย่างขึ้นไป ซึ่งจะถือว่ามี การเปลี่ยนแปลงสภาวะหรือมีกระบวนการเกิดขึ้น เช่น น้ำที่เป็นของเหลวได้รับความร้อนจนระเหย เป็นไอ การขยายตัวของไอน้ำภายในกังหันไอน้ำ หรือแก๊สถูกอัดตัวในเครื่องอัด เป็นต้น

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางอุณหพลศาสตร์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. กระบวนการปริมาตรคงที่
2. กระบวนการความดันคงที่
3. กระบวนการอุณหภูมิคงที่

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายลักษณะการเกิดกระบวนการได้
2. คำนวณหาค่าสมบัติของสารทำงานในแต่ละสภาวะที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการปริมาตรคงที่ กระบวนการความดันคงที่ และ กระบวนการอุณหภูมิคงที่ได้
3. คำนวณหาพลังงานที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการปริมาตรคงที่ กระบวนการความดันคงที่ และกระบวนการอุณหภูมิคงที่ได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. กระบอกสูบพร้อมลูกสูบ
2. แก๊ส (เช่น อากาศ)
3. เทอร์โมมิเตอร์
4. มาตรวัดความดัน (Pressure Gauge/Manometer)
5. แหล่งความร้อนและแหล่งความเย็น
6. กระดาษกราฟ เครื่องคิดเลข ปากกา

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ทดลองกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่
   - **Isothermal** (อุณหภูมิคงที่)
   - **Isobaric** (ความดันคงที่)
   - **Isochoric** (ปริมาตรคงที่)
   - **Adiabatic** (ไม่มีการถ่ายเทความร้อน)
2. ปรับตัวแปร เช่น อุณหภูมิหรือปริมาตรตามเงื่อนไขของแต่ละกระบวนการ
3. วัดและบันทึกค่าที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละสภาวะ

7. สรุปและอภิปราย

1. สรุปผลของแต่ละกระบวนการทางอุณหพลศาสตร์
2. วิเคราะห์ข้อผิดพลาด เช่น การรั่วของแก๊ส หรือการอ่านค่าเครื่องมือ
3. เสนอแนะแนวทางปรับปรุงการทดลอง

8. การประเมินผล

รายการ	**ผลการวัด / ข้อสังเกต**
1.ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา	_____
2.ผู้เรียนทำกิจกรรสอกคล้องกับเนื้อหา	_____
3.ผู้เรียนได้เรียนและทำกิจกรรมส่งเสริมกระบวนการคิด	_____
4.ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำงานจริง	_____

9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

	ใบงาน ที่ 7	หน่วยที่ 7
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 12-13
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

กระบวนการ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาวะของระบบจากสภาวะหนึ่งไปเป็นยังอีกสภาวะหนึ่ง โดยการเปลี่ยนแปลงสมบัติของระบบอย่างน้อย 1 อย่างขึ้นไป ซึ่งจะถือว่ามี การเปลี่ยนแปลงสภาวะหรือมีกระบวนการเกิดขึ้น เช่น น้ำที่เป็นของเหลวได้รับความร้อนจนระเหย เป็นไอ การขยายตัวของไอน้ำภายในกังหันไอน้ำ หรือแก๊สถูกอัดตัวในเครื่องอัด เป็นต้น

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางอุณหพลศาสตร์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. กระบวนการปริมาตรคงที่
2. กระบวนการความดันคงที่
3. กระบวนการอุณหภูมิคงที่

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายลักษณะการเกิดกระบวนการได้
2. คำนวณหาค่าสมบัติของสารทำงานในแต่ละสภาวะที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการปริมาตรคงที่ กระบวนการความดันคงที่ และ กระบวนการอุณหภูมิคงที่ได้
3. คำนวณหาพลังงานที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการปริมาตรคงที่ กระบวนการความดันคงที่ และกระบวนการอุณหภูมิคงที่ได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. กระบอกสูบพร้อมลูกสูบ
2. แก๊ส (เช่น อากาศ)
3. เทอร์โมมิเตอร์
4. มาตรวัดความดัน (Pressure Gauge/Manometer)
5. แหล่งความร้อนและแหล่งความเย็น
6. กระดาษกราฟ เครื่องคิดเลข ปากกา

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

.....

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนที่ 1: เตรียมอุปกรณ์และระบบทดลอง

- ตรวจสอบกระบอกสูบ ลูกสูบ เทอร์โมมิเตอร์ และมาตรวัดความดันให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
- บรรจุแก๊สในระบบและปิดให้สนิท
- วัดและบันทึกค่าเริ่มต้นของ ความดัน (P), ปริมาตร (V), อุณหภูมิ (T)

ขั้นตอนที่ 2: ดำเนินการทดลองตามกระบวนการต่าง ๆ

- ปรับสภาวะของแก๊สตามกระบวนการ
- Isothermal (อุณหภูมิคงที่)
- Isobaric (ความดันคงที่)
- Isochoric (ปริมาตรคงที่)
- Adiabatic (ไม่มีการถ่ายเทความร้อน)
- วัดและบันทึกค่าที่เปลี่ยนแปลงของ P,V,Tในแต่ละขั้น

ขั้นตอนที่ 3: วิเคราะห์และสรุปผล

- คำนวณโดยใช้สมการ $PV=nRT$และ $W=P\Delta V$
- เปรียบเทียบผลการทดลองกับทฤษฎี
- วิเคราะห์ข้อผิดพลาดและสรุปพฤติกรรมของแก๊สในแต่ละกระบวนการ

8. สรุปและวิจารณ์ผล

1. สรุปผลของแต่ละกระบวนการทางอุณหพลศาสตร์
2. วิเคราะห์ข้อผิดพลาด เช่น การรั่วของแก๊ส หรือการอ่านค่าเครื่องมือ
3. เสนอแนะแนวทางปรับปรุงการทดลอง

9. การประเมินผล

ชื่อ-สกุล..... รหัสประจำตัวนักเรียน.....

ระดับชั้น..... กลุ่ม..... แผนกวิชา.....

ใบปฏิบัติงานที่..... วิชา.....

จุดที่	ขนาดตามแบบ	พิกัดที่กำหนด	คะแนนเต็ม	ขนาดที่วัดได้	คะแนนที่ได้
		รวม			

9.1 เกณฑ์การประเมิน

หมายเหตุ	ผลการประเมิน
	ได้ร้อยละ 80-100 ดีมาก 70-79 ดี 60-69 พอใช้ 50-59 ต้องปรับปรุง น้อยกว่า 50 ต่ำกว่าเกณฑ์

ลงชื่อ..... (.....) นักเรียน-นักศึกษา	ลงชื่อ..... (.....) ผู้ตรวจ	คะแนนที่ได้ .....

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

	ใบมอบหมายงาน ที่ 7	หน่วยที่ 7
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 12-13
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน กระบวนการทางอุณหพลศาสตร์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

กระบวนการ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาวะของระบบจากสภาวะหนึ่งไปเป็นยังอีกสภาวะหนึ่ง โดยการเปลี่ยนแปลงสมบัติของระบบอย่างน้อย 1 อย่างขึ้นไป ซึ่งจะถือว่ามี การเปลี่ยนแปลงสภาวะหรือมีกระบวนการเกิดขึ้น เช่น น้ำที่เป็นของเหลวได้รับความร้อนจนระเหย เป็นไอ การขยายตัวของไอน้ำภายในกังหันไอน้ำ หรือแก๊สถูกอัดตัวในเครื่องอัด เป็นต้น

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางอุณหพลศาสตร์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. กระบวนการปริมาตรคงที่
2. กระบวนการความดันคงที่
3. กระบวนการอุณหภูมิคงที่

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายลักษณะการเกิดกระบวนการได้
2. คำนวณหาค่าสมบัติของสารทำงานในแต่ละสภาวะที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการปริมาตรคงที่ กระบวนการความดันคงที่ และ กระบวนการอุณหภูมิคงที่ได้
3. คำนวณหาพลังงานที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการปริมาตรคงที่ กระบวนการความดันคงที่ และกระบวนการอุณหภูมิคงที่ได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. รายละเอียดของงาน

1. เตรียมอุปกรณ์และระบบแก๊ส
2. วัดค่าเริ่มต้นของ P, V, T
3. ทดลองในกระบวนการต่าง ๆ (Isothermal, Isobaric, Isochoric, Adiabatic)
4. บันทึกผลและสังเกตการเปลี่ยนแปลง
5. คำนวณและวิเคราะห์ผล
6. เปรียบเทียบกับทฤษฎี

6. กำหนดเวลาส่งงาน หลังการการสอนเสร็จสิ้น

7. แนวทางในการปฏิบัติงาน

1. ปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างเป็นลำดับและระมัดระวัง
2. ทดลองตามกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่
   - Isothermal (อุณหภูมิคงที่)
   - Isobaric (ความดันคงที่)
   - Isochoric (ปริมาตรคงที่)
   - Adiabatic (ไม่มีการถ่ายเทความร้อน)
3. วัดและบันทึกค่า ความดัน (P), ปริมาตร (V), อุณหภูมิ (T) อย่างถูกต้อง

8. แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

9. การประเมินผล

รายการ	**ผลการวัด / ข้อสังเกต**
1.ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา	
2.ผู้เรียนทำกิจกรรสอกคล้องกับเนื้อหา	
3.ผู้เรียนได้เรียนและทำกิจกรรมส่งเสริมกระบวนการคิด	
4.ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำงานจริง	

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.. .....

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ละเว้นอบายมุข	ความซื่อสัตย์	ความเสียสละ	จิตอาสา	อดทน	ประหยัด	ซื่อสัตย์	สุภาพ	ตรงต่อเวลา		
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

หมายเหตุ - **เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์**

3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้นำได้

2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1) วัน เดือน ปี .....สอนครั้งที่ .../.... สาขา/ชั้นปี .....จำนวนผู้เรียน.....คน มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

2) หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

.....

❑ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ❑ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

3) กิจกรรม/วิธีการสอน

❑ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ❑ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/

❑ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ❑ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

❑ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ❑ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน

❑ อื่น ๆ (ระบุ).....

4) สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ : .....

11.2 ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

1) การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน : .....

.....

2) สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ : .....

.....

3) สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม : .....

.....

4) ผลการสอนของครู : .....

.....

5) ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย : .....

.....

11.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน/แก้ปัญหา

1) ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ : .....

.....

2) แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน: .....

.....

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 8
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 14-15
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วัฏจักรและวัฏจักรทวน	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่อเรื่อง/วัฏจักรและวัฏจักรทวน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

วัฏจักร หมายถึง การเกิดกระบวนการจากสภาวะเริ่มต้นโดยระบบดำเนินผ่านสภาวะต่างๆแล้วสามารถกลับสู่สภาวะเริ่มต้นได้อีก โดยเมื่อระบบกลับสู่สภาวะเริ่มต้น สมบัติของระบบจะเหมือนกับสมบัติที่สภาวะเริ่มต้นทุกประการ โดยส่วนมากเรียกว่าทำงานครบวัฏจักร

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรและวัฏจักรทวน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. กฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์
2. วัฏจักรคาร์โนต์
3. วัฏจักรย้อนกลับของคาร์โนต์

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายความหมายของวัฏจักรได้
2. อธิบายหลักการของกฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์ได้
3. อธิบายส่วนประกอบของวัฏจักรคาร์โนต์ได้
4. คำนวณหาค่างานและประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักรคาร์โนต์ได้
5. อธิบายส่วนประกอบของวัฏจักรย้อนกลับของคาร์โนต์ได้
6. คำนวณหาค่างานและสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของวัฏจักรย้อนกลับของคาร์โนต์ได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. สาระการเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของวัฏจักรได้
2. อธิบายหลักการของกฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์ได้
3. อธิบายส่วนประกอบของวัฏจักรคาร์โนต์ได้
4. คำนวณหาค่างานและประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักรคาร์โนต์ได้
5. อธิบายส่วนประกอบของวัฏจักรย้อนกลับของคาร์โนต์ได้
6. คำนวณหาค่างานและสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของวัฏจักรย้อนกลับของคาร์โนต์ได้

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทักทายและตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารของวิทยาลัยฯ
2. ครูแนะนำคำอธิบายรายวิชาจุดประสงค์ของรายวิชา และสมรรถนะรายวิชา และเป้าหมายของการศึกษา
3. ครูแนะนำเกณฑ์การให้คะแนน การวัดประเมินผล การลา และจำนวนคาบที่ขาดได้
4. ครูชี้แจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียน เรื่อง วัฏจักรและวัฏจักรทวน
5. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 8
6. นักเรียนรับฟังคำเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 8 จากครู
7. ครูสำรวจความพร้อมของนักเรียน

6.2 ขั้นให้เนื้อหาและการสอน

1. นักเรียนเปิดสื่อการเรียนการสอนเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ 8 วัฏจักรและวัฏจักรทวน
2. นักเรียนฟังอธิบายเนื้อหาตามสื่อการเรียนจากครู
3. นักเรียนเรียนช่วยกันอภิปรายถึงการทำงานอย่างไรให้มีความปลอดภัย
4. นักเรียนทำแบบฝึกหัด
5. นักเรียนและครูร่วมเฉลยแบบฝึกหัด และแลกเปลี่ยนเหตุผลระหว่างกัน

6.3 ขั้นสรุปและการประยุกต์

1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ตอบข้อซักถามและสรุปเนื้อหาโดยสรุป

7. สื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนรู้ หนังสือเรียน หน่วยที่ 8, PowerPoint ประกอบการสอน และแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน วิดีโอสั้นเกี่ยวกับวัฏจักรและวัฏจักรทวน

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. ผลการทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 8
2. ผลการทำแบบทดสอบหน่วยที่ 8
3. ผลการตรวจแบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 8

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. ผลการทำแบบฝึกหัดที่ 8
2. ผลประเมินการการนำเสนอกิจกรรมหัวข้อวัฏจักรและวัฏจักรทวน

9. การวัดและประเมินผล

เครื่องมือวัด	วิธีวัด	การประเมินตามเกณฑ์
1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre–test) หน่วยที่ 8	ทดสอบ-ตรวจแบบทดสอบ	(ไว้เปรียบเทียบกับหลังเรียน)
2. แบบทดสอบหน่วยที่ 8	ปฏิบัติ-ตรวจแบบฝึกหัด	เกณฑ์ผ่าน 50%
3. แบบฝึกหัดที่ 8	ปฏิบัติ-ประเมิน	เกณฑ์ผ่าน 50%
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post–test) หน่วยที่ 8	ทดสอบ-ตรวจแบบทดสอบ	เกณฑ์ผ่าน 50%
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ตามสภาพจริง	สังเกต/ผู้เรียนประเมินตนเอง	เกณฑ์ผ่าน 70%

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขปัญหา

1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

.....

.....

2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

	ใบความรู้ ที่ 8	หน่วยที่ 8
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 14-15
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วัฏจักรและวัฏจักรทวน	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่อเรื่อง วัฏจักรและวัฏจักรทวน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

วัฏจักร หมายถึง การเกิดกระบวนการจากสภาวะเริ่มต้นโดยระบบดำเนินผ่านสภาวะต่างๆแล้วสามารถกลับสู่สภาวะเริ่มต้นได้อีก โดยเมื่อระบบกลับสู่สภาวะเริ่มต้น สมบัติของระบบจะเหมือนกับสมบัติที่สภาวะเริ่มต้นทุกประการ โดยส่วนมากเรียกว่าทำงานครบวัฏจักร

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรและวัฏจักรทวน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. กฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์
2. วัฏจักรคาร์โนต์
3. วัฏจักรย้อนกลับของคาร์โนต์

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายความหมายของวัฏจักรได้
2. อธิบายหลักการของกฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์ได้
3. อธิบายส่วนประกอบของวัฏจักรคาร์โนต์ได้
4. คำนวณหาค่างานและประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักรคาร์โนต์ได้
5. อธิบายส่วนประกอบของวัฏจักรย้อนกลับของคาร์โนต์ได้
6. คำนวณหาค่างานและสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของวัฏจักรย้อนกลับของคาร์โนต์ได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เนื้อหาสาระ

8.1 วัฏจักร

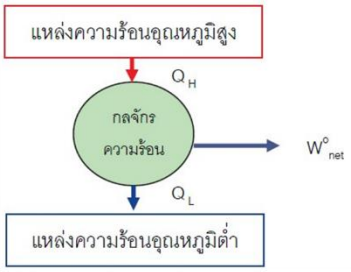
วัฏจักร (Cycle) หมายถึง การเกิดกระบวนการจากสภาวะเริ่มต้นโดยระบบดำเนินผ่านสภาวะต่าง ๆ แล้วสามารถกลับสู่สภาวะเริ่มต้นได้อีก โดยเมื่อระบบกลับสู่สภาวะเริ่มต้น สมบัติของระบบจะเหมือนกับ สมบัติที่สภาวะเริ่มต้นทุกประการ เรียกว่า ทำงานครบวัฏจักร

วัฏจักรในทางอุณหพลศาสตร์ ถ้าแบ่งตามประเภทของสารตัวกลางก็จะแบ่งออกเป็น วัฏจักรแก๊สอุดมคติ และวัฏจักรของไอ แต่ถ้าแบ่งตามลักษณะของการทำงาน จะแบ่งออกเป็น วัฏจักรกำลังและวัฏจักรทวน

8.2 กฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์

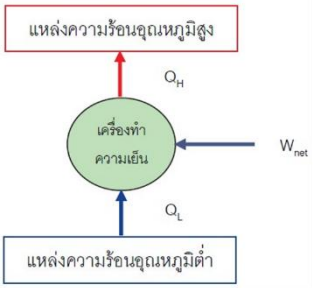
กฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์ที่ใช้สำหรับพิจารณาการทำงานของกลจักรไม่ว่าจะเป็นกลจักรความร้อน เครื่องทำความเย็น หรือปั๊มความร้อน เป็นการทำงานตามกฎข้อที่สองของ อุณหพลศาสตร์ตามคำกล่าวของเคลวิน พลังค์ และเคลาซิอุส

คำกล่าวของเคลวิน พลังค์ กล่าวว่า “เป็นไปไม่ได้ที่จะสร้างกลจักรหนึ่ง ๆ ให้ทำงานเป็นวัฏจักร และให้งานออกมาโดยแลกเปลี่ยนความร้อนกับแหล่งความร้อนเพียงแหล่งเดียว” จากคำกล่าวข้างต้น กลจักรความร้อนจะต้องปล่อยความร้อนบางส่วนทิ้งไปยังแหล่งความร้อนที่มีอุณหภูมิต่ำ เพื่อให้วัฏจักรทำงานได้อย่างสมบูรณ์



กลจักรความร้อนที่ทำงานตามคำกล่าวของเคลวิน–พลังค์

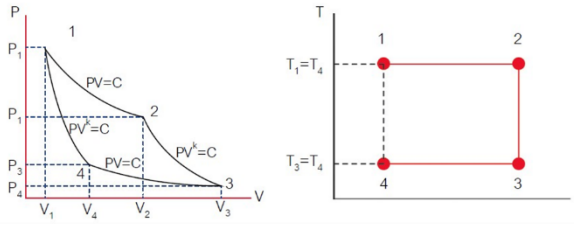
คำกล่าวของเคลาซิอุส กล่าวว่า “เป็นไปไม่ได้ที่จะสร้างกลจักรหนึ่ง ๆ ให้ทำงานเป็นวัฏจักรโดยได้รับความร้อนจากแหล่งอุณหภูมิต่ำและถ่ายเทให้แก่แหล่งอุณหภูมิสูงได้โดยปราศจากงานที่ให้แก่กลจักรนั้น” คำกล่าวข้างต้นนั้นกล่าวถึงหลักการทำงานของเครื่องทำความเย็นหรือ ปั๊มความร้อน ซึ่งจะให้ทำงานเป็นวัฏจักรโดยปราศจากการป้อนงานเข้าเครื่องทำความเย็นหรือ ปั๊มความร้อนย่อมเป็นไปไม่ได้



เครื่องทำความเย็นที่ทำงานตามคำกล่าวของเคลาซิอุส

8.3 วัฏจักรคาร์โนต์

วัฏจักรคาร์โนต์ เป็นวัฏจักรแบบย้อนกลับที่ให้ประสิทธิภาพความร้อนสูงวัฏจักรหนึ่งและยังเป็นวัฏจักรที่ใช้เป็นพื้นฐานของวัฏจักรกลจักรความร้อนทั่วไป ในการทำงานแต่ละรอบจะได้งานมาส่วนหนึ่ง แต่ต้องใส่งานเข้าไปส่วนหนึ่งเช่นกัน สำหรับวัฏจักรคาร์โนต์ ประกอบด้วย กระบวนการต่าง ๆ ที่ย้อนกลับได้ 4 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการอุณหภูมิคงที่ 2 กระบวนการ และกระบวนการไอเซนทรอปิก 2 กระบวนการ



แผนภาพ P–V และ T–s ของวัฏจักรคาร์โนต์

สำหรับการทำงานแต่ละกระบวนการ ประกอบด้วย กระบวนการและการทำงาน ดังนี้

จาก 1 ถึง 2 เป็นการขยายตัวแบบกระบวนการอุณหภูมิคงที่

ความดันลดจาก	P_1	เป็น	P_2
ปริมาตรเพิ่มจาก	V_1	เป็น	V_2
อุณหภูมิคงที่เท่าเดิม	T_1	=	T_2
งานที่เกิดขึ้น	W_{12}	=	$P_1V_1\ln\frac{V_2}{V_1}$ หรือ $mRT_1\ln\frac{V_2}{V_1}$
ความร้อนที่ถ่ายเท	Q_{12}	=	W_{12}

จาก 2 ถึง 3 เป็นการขยายตัวแบบกระบวนการไอเซนทรอปิก

ความดันลดจาก	P_2	เป็น	P_3
ปริมาตรเพิ่มจาก	V_2	เป็น	V_3
อุณหภูมิลดลงจาก	T_2	เป็น	T_3
งานที่เกิดขึ้น	W_{23}	=	$\frac{P_3V_3-P_2V_2}{1-k}$ หรือ $\frac{mR(T_3-T_2)}{1-k}$
ความร้อนที่ถ่ายเท	Q_{23}	=	0

จาก 3 ถึง 4 เป็นการอัดตัวแบบกระบวนการอุณหภูมิคงที่

ความดันเพิ่มจาก	P_3	เป็น	P_4
ปริมาตรลดลงจาก	V_3	เป็น	V_4
อุณหภูมิคงที่เท่าเดิม	T_3	=	T_4
งานที่เกิดขึ้น	W_{34}	=	$P_3V_3\ln\frac{V_4}{V_3}$ หรือ $mRT_3\ln\frac{V_4}{V_3}$
ความร้อนที่ถ่ายเท	Q_{34}	=	W_{34}

จาก 4 ถึง 1 เป็นการอัดตัวแบบกระบวนการไอเซนทรอปิก

ความดันเพิ่มจาก	P_4	เป็น	P_1
ปริมาตรลดลงจาก	V_4	เป็น	V_1
อุณหภูมิเพิ่มจาก	T_4	เป็น	T_1
งานที่เกิดขึ้น	W_{41}	=	$\frac{P_4V_4-P_1V_1}{1-k}$ หรือ $\frac{mR(T_4-T_1)}{1-k}$
ความร้อนที่ถ่ายเท	Q_{41}	=	0

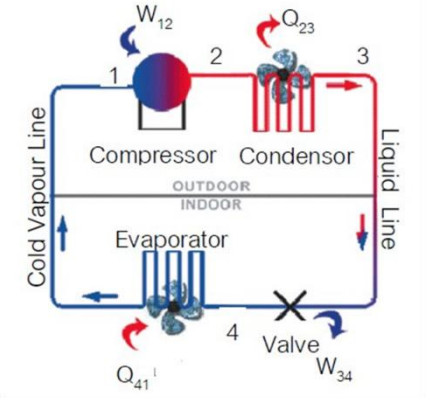
8.4 วัฏจักรทวนคาร์โนต์

วัฏจักรทวนคาร์โนต์ (Reveres Cannot Cycle) หรือเรียกว่า วัฏจักรคาร์โนต์แบบย้อนกลับทางเป็นวัฏจักรที่มีทิศทางการทำงานและการไหลของพลังงานความร้อนจะกลับกับวัฏจักรคาร์โนต์ คือ ต้องให้งานเข้าสู่ระบบความร้อนต้องนำจากแหล่งความร้อนต่ำเข้าสู่ระบบ

8.4.1 เครื่องทำความเย็น (Refrigerators)

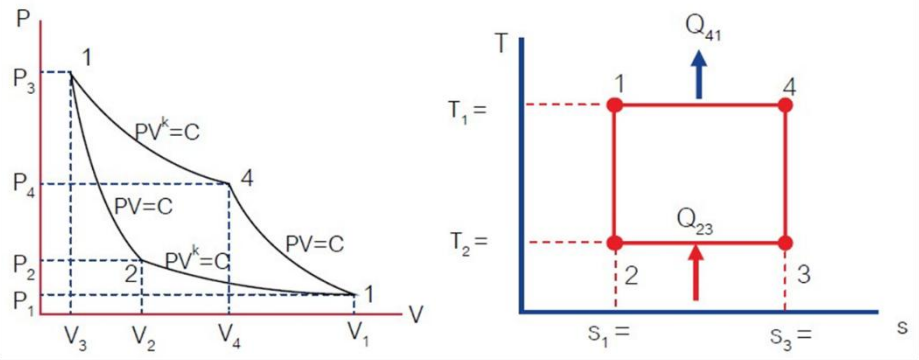
เครื่องทำความเย็นเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานเป็นวัฏจักรเช่นเดียวกับกลจักรความร้อน โดยมีวัตถุประสงค์ คือ การรักษาอุณหภูมิภายในช่องทำความเย็นให้ต่ำโดยการกำจัดความร้อนออก

ลักษณะการทำงาน คือ ภายในเครื่องทำความเย็นจะเปรียบเสมือนเครื่องระเหย เนื่องจากความร้อนจะถูกดูดโดยสารทำความเย็น ส่วนท่อขดที่อยู่หลังเครื่องทำความเย็นจะเปรียบเสมือน



ส่วนประกอบของเครื่องทำความเย็น

และเมื่อพิจารณาการทำงานจะเห็นว่า วัฏจักรทวนคาร์โนต์ ประกอบด้วย กระบวนการต่าง ๆ



แผนภาพ P–V และ T – S ของวัฏจักรทวนคาร์โนต์แบบย้อนกลับ

สำหรับการทำงานแต่ละกระบวนการ ประกอบด้วย กระบวนการและการทำงาน ดังนี้

จาก 1—2 เป็นการอัดตัวแบบกระบวนการไอเซนทรอปิก

งานที่เกิดขึ้น $W_{12} = \frac{P_2V_2 - P_1V_1}{k-1}$ หรือ $\frac{mR(T_2 - T_1)}{k-1}$

ความร้อนที่ถ่ายเท $Q_{12} = 0$

จาก 2—3 เป็นการอัดตัวแบบกระบวนการอุณหภูมิคงที่

งานที่เกิดขึ้น $W_{23} = P_2V_2 \ln\frac{V_3}{V_2}$ หรือ $mRT_2 \ln\frac{V_3}{V_2}$

ความร้อนที่ถ่ายเท $Q_{23} = W_{23}$

จาก 3—4 เป็นการขยายตัวแบบกระบวนการไอเซนทรอปิก

งานที่เกิดขึ้น $W_{34} = \frac{P_4V_4 - P_3V_3}{k-1}$ หรือ $\frac{mR(T_4 - T_3)}{k-1}$

ความร้อนที่ถ่ายเท $Q = 0$

จาก 4—1 เป็นการขยายตัวแบบกระบวนการอุณหภูมิคงที่

งานที่เกิดขึ้น $W_{41} = P_4V_4 \ln\frac{V_1}{V_4}$ หรือ $mRT_4 \ln\frac{V_1}{V_4}$

ความร้อนที่ถ่ายเท $Q_{41} = W_{41}$

การหางานสุทธิที่เกิดขึ้นต่อ 1 วัฏจักร

$$W_{net} = W_{12} + W_{23} + W_{34} + W_{41}$$

$$= \frac{mR(T_2 - T_1)}{k-1} - mRT_2 \ln\frac{V_3}{V_2} + \frac{mR(T_4 - T_3)}{k-1} + mRT_4 \ln\frac{V_1}{V_4}$$

เมื่อ $T_1 = T_4$ และ $T_2 = T_3$ และ $\frac{V_1}{V_4} = \frac{V_3}{V_2}$

ดังนั้นจะได้ $W_{net} = mRT_4 \ln\frac{V_1}{V_4} - mRT_2 \ln\frac{V_3}{V_2}$

$$W_{net} = mR \ln\frac{V_1}{V_4}(T_4 - T_2)$$

การหาค่าความร้อนที่ถ่ายเท

$$Q_{net} = W_{net}$$

$Q_{23} - Q_{41} = W_{net}$ หรือ $Q_H - Q_L = W_{net}$

เมื่อ Q_H คือ ความร้อนที่ระบายให้กับแหล่งอุณหภูมิสูง (T_H)

Q_L คือ ความร้อนที่ระบายจากแหล่งอุณหภูมิต่ำ (T_L)

การหาค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของวัฏจักรเครื่องทำความเย็น

$$COP_R = \frac{Q_L}{W_{net}}$$

$$COP_R = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} = \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_L} - 1}$$

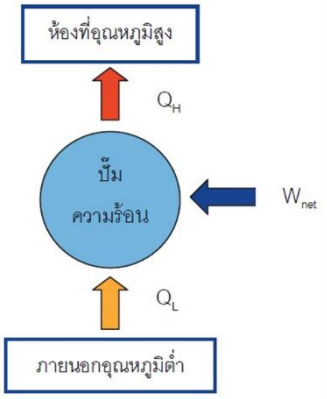
หรือ $COP_R = \frac{T_L}{T_H - T_L}$

เมื่อ T_L คือ อุณหภูมิจากแหล่งอุณหภูมิต่ำ

T_H คือ อุณหภูมิจากแหล่งอุณหภูมิสูง

8.4.2 ปั๊มความร้อน (Heat Pump)

ปั๊มความร้อนเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายโอนความร้อนจากแหล่งพลังงานที่มีอุณหภูมิต่ำไปยังแหล่งอุณหภูมิสูง ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ รักษาอุณหภูมิให้มีอุณหภูมิสูง โดยการดูดความร้อนจากแหล่งพลังงานที่มีอุณหภูมิต่ำสู่แหล่งพลังงานที่มีอุณหภูมิสูง



ลักษณะการถ่ายเทความร้อนของปั๊มความร้อน

ถ้าเปลี่ยนจากเครื่องทำความเย็นเป็นเครื่องทำความร้อนจะได้ค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของวัฏจักรปั๊มความร้อน (COP_H)

$$COP_{HR} = \frac{Q_H}{Q_H - Q_L} = \frac{1}{1 - \frac{Q_L}{Q_H}}$$

หรือ $$COP_{HR} = \frac{T_H}{T_H - T_L}$$

ตัวอย่างที่ 8.2 เครื่องทำความเย็นเครื่องหนึ่งรับความร้อนที่อุณหภูมิจากแหล่งอุณหภูมิต่ำที่ –20 °C และจ่ายความร้อนให้กับแหล่งความร้อนที่อุณหภูมิสูงที่ 35 °C ถ้าต้องให้งานแก่เครื่องทำความเย็น 5 kJ จงหาค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของวัฏจักรและค่าอัตราความร้อนที่ต้องถ่ายเทเข้าและระบายออกจากเครื่องทำความเย็นนี้

วิธีทำ

โจทย์กำหนด $T_L = -20 + 273 = 253$ K

$T_H = 35 + 273 = 308$ K

การหาค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของวัฏจักร

$$vCOP_R = \frac{T_L}{T_H - T_L}$$

$$= \frac{253}{308 - 253}$$

$$COP_R = 4.6$$

สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของวัฏจักร = 4.6 **ตอบ**

การหาค่าอัตราความร้อนที่ถ่ายเทเข้า Q_L จาก $COP_R = \frac{Q_L}{W_{net}}$

$$Q_L = COP_R \times W_{net}$$

$$Q_L = 4.6 \times 5 = 23 \text{ kJ}$$

ความร้อนถ่ายเทเข้า = 23 kJ **ตอบ**

การหาค่าอัตราความร้อนที่ระบายออก Q_H

จาก $Q_H - Q_L = W_{net}$

$$Q_H = W_{net} + Q_L$$

$$= 5 + 23 = 28 \text{ kJ}$$

ความร้อนระบายออก = 28 kJ **ตอบ**

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. วัฏจักรทางอุณหพลศาสตร์หมายถึงอะไร
    ก. กระบวนการที่เกิดขึ้นครั้งเดียว
    ข. กระบวนการที่ระบบกลับสู่สภาพเดิม
    ค. การเพิ่มอุณหภูมิของระบบ
    ง. การลดความดันของระบบ
2. ข้อใดเป็นตัวอย่างของวัฏจักรทางอุณหพลศาสตร์
    ก. การต้มน้ำ
    ข. การอัดแก๊สครั้งเดียว
    ค. เครื่องยนต์สันดาปภายใน
    ง. การเย็นตัวของโลหะ
3. วัฏจักรทวน (Reversed Cycle) คืออะไร
    ก. วัฏจักรที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงพลังงาน
    ข. วัฏจักรที่ทำงานในทิศทางตรงกันข้าม
    ค. วัฏจักรที่เกิดเฉพาะในของแข็ง
    ง. วัฏจักรที่ไม่มีความร้อน
4. อุปกรณ์ใดทำงานแบบวัฏจักรทวน
    ก. เครื่องยนต์
    ข. กังหันไอน้ำ
    ค. ตู้เย็น
    ง. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
5. วัฏจักรของเครื่องยนต์มีวัตถุประสงค์หลักคืออะไร
    ก. สร้างความเย็น
    ข. เปลี่ยนพลังงานกลเป็นความร้อน
    ค. เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นงาน
    ง. ลดอุณหภูมิของระบบ
6. วัฏจักรทวนมีวัตถุประสงค์หลักคืออะไร
    ก. ผลิตพลังงานไฟฟ้า
    ข. สร้างงาน
    ค. เพิ่มความดันของแก๊ส
    ง. ดูดความร้อนจากที่เย็นไปที่ร้อน
7. ในวัฏจักรสมบูรณ์ การเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในสุทธิเป็นเท่าไร
    ก. มากกว่า 0
    ข. น้อยกว่า 0
    ค. เท่ากับ 0
    ง. ไม่แน่นอน

8. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับงานสุทธิในวัฏจักร
    ก. เท่ากับศูนย์เสมอ
    ข. เท่ากับความร้อนสุทธิที่ถ่ายเท
    ค. มากกว่าความร้อนเสมอ
    ง. ไม่มีความสัมพันธ์กับความร้อน
9. เครื่องปรับอากาศจัดเป็นวัฏจักรประเภทใด
    ก. วัฏจักรปกติ
    ข. วัฏจักรปิด
    ค. วัฏจักรเดี่ยว
    ง. วัฏจักรทวน
10. ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ใช้กับอุปกรณ์ใด
    ก. เครื่องยนต์
    ข. กังหัน
    ค. ตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศ
    ง. ปั๊มน้ำ

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. วัฏจักรทางอุณหพลศาสตร์หมายถึงอะไร
    ก. กระบวนการที่เกิดขึ้นครั้งเดียว
    ข. กระบวนการที่ระบบกลับสู่สภาพเดิม
    ค. การเพิ่มอุณหภูมิของระบบ
    ง. การลดความดันของระบบ
2. ข้อใดเป็นตัวอย่างของวัฏจักรทางอุณหพลศาสตร์
    ก. การต้มน้ำ
    ข. การอัดแก๊สครั้งเดียว
    ค. เครื่องยนต์สันดาปภายใน
    ง. การเย็นตัวของโลหะ
3. วัฏจักรทวน (Reversed Cycle) คืออะไร
    ก. วัฏจักรที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงพลังงาน
    ข. วัฏจักรที่ทำงานในทิศทางตรงกันข้าม
    ค. วัฏจักรที่เกิดเฉพาะในของแข็ง
    ง. วัฏจักรที่ไม่มีความร้อน

4. อุปกรณ์ใดทำงานแบบวัฏจักรทวน
    ก. เครื่องยนต์
    ข. กังหันไอน้ำ
    ค. ตู้เย็น
    ง. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
5. วัฏจักรของเครื่องยนต์มีวัตถุประสงค์หลักคืออะไร
    ก. สร้างความเย็น
    ข. เปลี่ยนพลังงานกลเป็นความร้อน
    ค. เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นงาน
    ง. ลดอุณหภูมิของระบบ
6. วัฏจักรทวนมีวัตถุประสงค์หลักคืออะไร
    ก. ผลิตพลังงานไฟฟ้า
    ข. สร้างงาน
    ค. เพิ่มความดันของแก๊ส
    ง. ดูดความร้อนจากที่เย็นไปที่ร้อน
7. ในวัฏจักรสมบูรณ์ การเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในสุทธิเป็นเท่าไร
    ก. มากกว่า 0
    ข. น้อยกว่า 0
    ค. เท่ากับ 0
    ง. ไม่แน่นอน

8. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับงานสุทธิในวัฏจักร
    ก. เท่ากับศูนย์เสมอ
    ข. เท่ากับความร้อนสุทธิที่ถ่ายเท
    ค. มากกว่าความร้อนเสมอ
    ง. ไม่มีความสัมพันธ์กับความร้อน
9. เครื่องปรับอากาศจัดเป็นวัฏจักรประเภทใด
    ก. วัฏจักรปกติ
    ข. วัฏจักรปิด
    ค. วัฏจักรเดี่ยว
    ง. วัฏจักรทวน
10. ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ใช้กับอุปกรณ์ใด
    ก. เครื่องยนต์
    ข. กังหัน
    ค. ตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศ
    ง. ปั๊มน้ำ

	ใบกิจกรรม ที่ 8	หน่วยที่ 8
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 14-15
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วัฏจักรและวัฏจักรทวน	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน วัฏจักรและวัฏจักรทวน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

วัฏจักร หมายถึง การเกิดกระบวนการจากสภาวะเริ่มต้นโดยระบบดำเนินผ่านสภาวะต่างๆแล้วสามารถกลับสู่สภาวะเริ่มต้นได้อีก โดยเมื่อระบบกลับสู่สภาวะเริ่มต้น สมบัติของระบบจะเหมือนกับสมบัติที่สภาวะเริ่มต้นทุกประการ โดยส่วนมากเรียกว่าทำงานครบวัฏจักร

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรและวัฏจักรทวน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. กฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์
2. วัฏจักรคาร์โนต์
3. วัฏจักรย้อนกลับของคาร์โนต์

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายความหมายของวัฏจักรได้
2. อธิบายหลักการของกฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์ได้
3. อธิบายส่วนประกอบของวัฏจักรคาร์โนต์ได้
4. คำนวณหาค่างานและประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักรคาร์โนต์ได้
5. อธิบายส่วนประกอบของวัฏจักรย้อนกลับของคาร์โนต์ได้
6. คำนวณหาค่างานและสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของวัฏจักรย้อนกลับของคาร์โนต์ได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- กระบอกสูบพร้อมลูกสูบ
- เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
- มาตรวัดความดัน (Pressure Gauge หรือ Manometer)
- เครื่องวัดปริมาตร
- เครื่องกำเนิดความร้อน / แหล่งให้ความร้อน
- เครื่องคอมเพรสเซอร์ (สำหรับจำลองวัฏจักรทวน)

5.2 วัสดุงาน

- แก๊ส (เช่น อากาศ) สำหรับทดลอง
- ของเหลวทำความเย็น (ในกรณีศึกษาวัฏจักรทวน เช่น ตู้เย็น)
- น้ำหรือน้ำแข็ง (ใช้เปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อน)

5.3 วัสดุช่วยงาน

- กระดาษกราฟ สำหรับเขียนกราฟ P–V หรือ T–S
- ดินสอ / ปากกา / ยางลบ
- เครื่องคิดเลข
- คอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมจำลอง (Simulation Software)

5.4 การบูรณาการรายวิชา

- คณิตศาสตร์: ใช้คำนวณสมการ เช่น $PV = nRT$, งาน และประสิทธิภาพ
- ฟิสิกส์: เข้าใจหลักพลังงาน ความร้อน และกฎของอุณหพลศาสตร์
- เทคโนโลยี: ใช้โปรแกรมจำลองและวิเคราะห์ข้อมูล
- วิศวกรรม: ประยุกต์ใช้ในเครื่องยนต์ ตู้เย็น และเครื่องปรับอากาศ

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ใช้คอมเพรสเซอร์อัดแก๊ส
2. สังเกตการถ่ายเทความร้อนจากบริเวณเย็นไปสู่บริเวณร้อน
3. บันทึกค่าที่เปลี่ยนแปลงของ P, V, T

7. สรุปและอภิปราย

1. สรุปหลักการทำงานของวัฏจักรและวัฏจักรทวน
2. เปรียบเทียบผลการทดลองกับทฤษฎี
3. วิเคราะห์ข้อผิดพลาดและเสนอแนวทางปรับปรุง

8. การประเมินผล

รายการ	**ผลการวัด / ข้อสังเกต**
1.ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา	_____
2.ผู้เรียนทำกิจกรรสอกคล้องกับเนื้อหา	_____
3.ผู้เรียนได้เรียนและทำกิจกรรมส่งเสริมกระบวนการคิด	_____
4.ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำงานจริง	_____

9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

	ใบงาน ที่ 8	หน่วยที่ 8
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 14-15
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วัฏจักรและวัฏจักรทวน	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน วัฏจักรและวัฏจักรทวน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

วัฏจักร หมายถึง การเกิดกระบวนการจากสภาวะเริ่มต้นโดยระบบดำเนินผ่านสภาวะต่างๆแล้วสามารถกลับสู่สภาวะเริ่มต้นได้อีก โดยเมื่อระบบกลับสู่สภาวะเริ่มต้น สมบัติของระบบจะเหมือนกับสมบัติที่สภาวะเริ่มต้นทุกประการ โดยส่วนมากเรียกว่าทำงานครบวัฏจักร

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรและวัฏจักรทวน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. กฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์
2. วัฏจักรคาร์โนต์
3. วัฏจักรย้อนกลับของคาร์โนต์

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายความหมายของวัฏจักรได้
2. อธิบายหลักการของกฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์ได้
3. อธิบายส่วนประกอบของวัฏจักรคาร์โนต์ได้
4. คำนวณหาค่างานและประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักรคาร์โนต์ได้
5. อธิบายส่วนประกอบของวัฏจักรย้อนกลับของคาร์โนต์ได้
6. คำนวณหาค่างานและสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของวัฏจักรย้อนกลับของคาร์โนต์ได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- กระบอกสูบพร้อมลูกสูบ
- เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
- มาตรวัดความดัน (Pressure Gauge หรือ Manometer)
- เครื่องวัดปริมาตร
- เครื่องกำเนิดความร้อน / แหล่งให้ความร้อน
- เครื่องคอมเพรสเซอร์ (สำหรับจำลองวัฏจักรทวน)

5.2 วัสดุงาน

- แก๊ส (เช่น อากาศ) สำหรับทดลอง
- ของเหลวทำความเย็น (ในกรณีศึกษาวัฏจักรทวน เช่น ตู้เย็น)
- น้ำหรือน้ำแข็ง (ใช้เปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อน)

5.3 วัสดุช่วยงาน

- กระดาษกราฟ สำหรับเขียนกราฟ P–V หรือ T–S
- ดินสอ / ปากกา / ยางลบ
- เครื่องคิดเลข
- คอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมจำลอง (Simulation Software)

5.4 การบูรณาการรายวิชา

- คณิตศาสตร์: ใช้คำนวณสมการ เช่น $PV = nRT$, งาน และประสิทธิภาพ
- ฟิสิกส์: เข้าใจหลักพลังงาน ความร้อน และกฎของอุณหพลศาสตร์
- เทคโนโลยี: ใช้โปรแกรมจำลองและวิเคราะห์ข้อมูล

วิศวกรรม: ประยุกต์ใช้ในเครื่องยนต์ ตู้เย็น และเครื่องปรับอากาศ

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

.....

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

- ทดลองวัฏจักรปกติ โดยให้ความร้อนและสังเกตการขยายตัวของแก๊สจนกลับสู่สภาพเดิม
- ทดลองวัฏจักรทวน โดยใช้คอมเพรสเซอร์อัดแก๊สและสังเกตการถ่ายเทความร้อน
- วัดและบันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงของ P, V, T ในแต่ละช่วงพฤติกรรมของแก๊สในแต่ละกระบวนการ

8. สรุปและวิจารณ์ผล

1. คำนวณงานและความร้อนที่เกิดขึ้นในระบบ
2. เปรียบเทียบวัฏจักรปกติกับวัฏจักรทวน
3. วิเคราะห์ข้อผิดพลาดและสรุปผลการทดลอง

9. การประเมินผล

ชื่อ-สกุล..... รหัสประจำตัวนักเรียน.....
ระดับชั้น..... กลุ่ม..... แผนกวิชา.....
ใบปฏิบัติงานที่..... วิชา.....

จุดที่	ขนาดตามแบบ	พิกัดที่กำหนด	คะแนนเต็ม	ขนาดที่วัดได้	คะแนนที่ได้
		รวม			

9.1 เกณฑ์การประเมิน

หมายเหตุ	ผลการประเมิน
	ได้ร้อยละ 80-100 ดีมาก 70-79 ดี 60-69 พอใช้ 50-59 ต้องปรับปรุง น้อยกว่า 50 ต่ำกว่าเกณฑ์

ลงชื่อ..... (.....) นักเรียน-นักศึกษา	ลงชื่อ..... (.....) ผู้ตรวจ	คะแนนที่ได้ .....

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

	ใบมอบหมายงาน ที่ 8	หน่วยที่ 8
	รหัสวิชา 30101-2002 ชื่อวิชาเทอร์โมไดนามิกส์	สอนครั้งที่ 14-15
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วัฏจักรและวัฏจักรทวน	ทฤษฎี 6 ชม. ปฏิบัติ - ชม.
ชื่องาน วัฏจักรและวัฏจักรทวน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียน

วัฏจักร หมายถึง การเกิดกระบวนการจากสภาวะเริ่มต้นโดยระบบดำเนินผ่านสภาวะต่างๆแล้วสามารถกลับสู่สภาวะเริ่มต้นได้อีก โดยเมื่อระบบกลับสู่สภาวะเริ่มต้น สมบัติของระบบจะเหมือนกับสมบัติที่สภาวะเริ่มต้นทุกประการ โดยส่วนมากเรียกว่าทำงานครบวัฏจักร

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

1. มาตรฐานอาชีพ - สมรรถนะย่อย -
2. บูรณาการกลุ่มอาชีพ -

3. สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรและวัฏจักรทวน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 ด้านความรู้

1. กฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์
2. วัฏจักรคาร์โนต์
3. วัฏจักรย้อนกลับของคาร์โนต์

4.2 ด้านทักษะ

1. อธิบายความหมายของวัฏจักรได้
2. อธิบายหลักการของกฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์ได้
3. อธิบายส่วนประกอบของวัฏจักรคาร์โนต์ได้
4. คำนวณหาค่างานและประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักรคาร์โนต์ได้
5. อธิบายส่วนประกอบของวัฏจักรย้อนกลับของคาร์โนต์ได้
6. คำนวณหาค่างานและสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของวัฏจักรย้อนกลับของคาร์โนต์ได้

4.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

4.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ยึดมั่นในสถาบันชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ละเว้นอบายมุข นักเรียนมีความมีวินัย มีความสามัคคีมีจิตอาสา มีความขยันและรับผิดชอบ มีความประหยัด มีความซื่อสัตย์มีความสุภาพ มีความตรงต่อเวลา

5. รายละเอียดของงาน

1. เตรียมอุปกรณ์และระบบแก๊ส
2. วัดค่าเริ่มต้นของ P, V, T
3. ทดลองวัฏจักรปกติและวัฏจักรทวน
4. บันทึกผลและเขียนกราฟ P–V
5. คำนวณงานและพลังงานความร้อน
6. วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลกับทฤษฎี
7. สรุปและอภิปรายผล

6. กำหนดเวลาส่งงาน หลังการการสอนเสร็จสิ้น

7. แนวทางในการปฏิบัติงาน

1. ทำตามลำดับขั้นตอนอย่างระมัดระวัง
2. ทดลอง วัฏจักรปกติ โดยให้ความร้อนและสังเกตการขยายตัวของแก๊ส
3. ทดลอง วัฏจักรทวน โดยอัดแก๊สและสังเกตการถ่ายเทความร้อน
4. วัดและบันทึกค่าตัวแปร P, V, T อย่างแม่นยำ

8. แหล่งข้อมูลค้นคว้าเพิ่มเติม

หนังสือวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ รหัสวิชา 30101-2002

9. การประเมินผล

รายการ	**ผลการวัด / ข้อสังเกต**
1.ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา	
2.ผู้เรียนทำกิจกรรสอกคล้องกับเนื้อหา	
3.ผู้เรียนได้เรียนและทำกิจกรรมส่งเสริมกระบวนการคิด	
4.ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำงานจริง	

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.. .....

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										ผลรวม	คะแนนเฉลี่ย
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ละเว้นอบายมุข	ความซื่อสัตย์	ความเสียสละ	จิตอาสา	อดทน	ประหยัด	ซื่อสัตย์	สุภาพ	ตรงต่อเวลา		
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

หมายเหตุ - **เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์**

3 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนแสดงประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอและเป็นผู้นำได้

2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติสม่ำเสมอ

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนประพฤติปฏิบัติไม่สม่ำเสมอ

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนไม่ประพฤติปฏิบัติ

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1) วัน เดือน ปี .....สอนครั้งที่ .../.... สาขา/ชั้นปี .....จำนวนผู้เรียน.....คน มาเรียนปกติ.....คน ขาดเรียน.....คน ลาป่วย.....คน ลากิจ.....คน มาสาย.....คน

2) หัวข้อเรื่อง/เนื้อหาสาระ :

.....

❑ สอนครบตามหัวข้อเรื่องในแผนฯ ❑ สอนไม่ครบเนื่องจาก.....

3) กิจกรรม/วิธีการสอน

❑ ครูแนะนำและบอกจุดประสงค์ ❑ ครูอธิบาย/ถาม-ตอบ/สาธิต/

❑ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ❑ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

❑ ทำแบบฝึกหัด/โจทย์ปัญหา ❑ ทำใบกิจกรรม/ใบงาน

❑ อื่น ๆ (ระบุ).....

4) สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ : .....

11.2 ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน/ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

1) การวัดผลและประเมินผล/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน : .....

.....

2) สมรรถนะที่ผู้เรียนได้รับ : .....

.....

3) สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม : .....

.....

4) ผลการสอนของครู : .....

.....

5) ปัญหาที่นำไปสู่การวิจัย : .....

.....

11.3 แนวทางการพัฒนาคุณภาพการสอน/แก้ปัญหา

1) ผลการใช้และปรับปรุงแผนการสอนครั้งนี้ : .....

.....

2) แนวทางพัฒนาคุณภาพวิธีสอน/สื่อ/การวัดผล/เอกสารช่วยสอน: .....

.....