

ใบงานหน่วยที่ 1

หน่วยที่ 1 หลักการและนิยามทางอุณหพลศาสตร์

คำชี้แจง จงแสดงวิธีทำเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องด้านล่าง โจทย์ที่กำหนดให้

1. ให้อธิบายหลักการเบื้องต้นทางอุณหพลศาสตร์ และยกตัวอย่างเครื่องจักรกลที่ทำงานตามหลักการทางอุณหพลศาสตร์มา 3 ชนิด
2. ให้อธิบายนิยามทางอุณหพลศาสตร์ของ สารทำงาน และสมบัติ
3. ให้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง สภาวะ และสถานะว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร

4. จงยกตัวอย่างเครื่องมือ เครื่องจักรหรืออุปกรณ์เครื่องใช้ที่ทำงานในลักษณะระบบปิด ระบบเปิด
มาระบบละ 2 อย่าง

5. น้ำบรรจุในภาชนะทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.05 m สูง 1.2 m มวล 8 kg จงคำนวณหาว่าน้ำมี
ปริมาตรจำเพาะเท่ากับเท่าไร

ใบงานหน่วยที่ 2

หน่วยที่ 2 ความดันและการวัดความดัน

1. ลูกสูบมีพื้นที่หน้าตัด 0.005 m^2 เมื่อออกแรง 200 N กระทำในแนวตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดจะเกิดความดันเท่าไร
2. น้ำมีความหนาแน่น 1000 kg/m^3 บรรจุในภาชนะสูง 0.20 m อยากทราบว่าความดันที่เกิดขึ้นเนื่องจากน้ำหนักของน้ำที่กระทำกับก้นของภาชนะมีค่าเท่าไร

3. ใช้บาร์อมิเตอร์ปรอทวัดความดันบรรยากาศปรากฏว่าปรอทขึ้นสูง 675 mm เมื่อปรอท มีความหนาแน่น $13.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ อยากทราบว่าขณะนั้นค่าความดันบรรยากาศมีค่าเท่าไร

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

ใบงานหน่วยที่ 3

หน่วยที่ 3 อุณหภูมิและความร้อน

ตอนที่ 1 จงแสดงวิธีทำเพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ

1. เหล็ก 20 kg ความร้อนถ่ายเทเข้า 384000 J จนอุณหภูมิเปลี่ยนจาก 50°C ถึง 90°C ค่าความร้อนจำเพาะของเหล็กมีค่าเท่าไร
2. กลิเซอรินมวล 10 kg บรรจุในภาชนะทองแดงมวล 3 kg อุณหภูมิเริ่มต้น 50°C ทำให้อุ่นจนถึง 100°C จงหาค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเท

ใบงานหน่วยที่ 4

หน่วยที่ 4 พลังงานทางอุณหพลศาสตร์

1. วัตถุชิ้นหนึ่งมีมวล 1.5 kg อยู่สูงจากพื้น 5 m อยากทราบว่าเกิดพลังงานอะไรและมีปริมาณเท่าไร

2. วัตถุชิ้นหนึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 4 m/s และเมื่อหาค่าพลังงานปรากฏว่ามีพลังงานสะสมอยู่ 30 J อยากทราบว่าวัตถุชิ้นนั้นมีมวลเท่าไร

3. จงหาค่าของเอนทัลปีจำเพาะ เมื่อในกระบอกสูบมีปริมาตรจำเพาะ $2.5 \text{ m}^3/\text{kg}$ โดยที่เกิด ความดัน 0.5 kN/m^2 ถ้าในระบบนี้มีพลังงานภายในจำเพาะ 0.05 kJ/kg

4. วัตถุวางอยู่ที่ตำแหน่งสูงจากพื้นวัดค่าพลังงานศักย์มีค่า 180 J เมื่อปล่อยให้ตกมาที่ระดับ ความสูงจุดหนึ่งวัดค่าพลังงานศักย์ได้ 120 J จงหาค่าพลังงานจลน์ที่ตำแหน่งแรกและตำแหน่งที่สอง

5. ในจังหวะอัดของเครื่องยนต์งานที่ทำบนสารทำงานในระบบอัดสูบ 75 kJ และปล่อยความร้อนให้แก่สิ่งแวดล้อม 42 kJ จงหาค่าพลังงานภายในที่เปลี่ยนแปลง

6. สารทำงานมวล 1 kg ไหลเข้าระบบอย่างสม่ำเสมอที่ทางเข้ามีความสูงจากระดับอ้างอิง 2 m ความเร็ว 80 m/s ความดัน 3000 N/m² ปริมาตรจำเพาะ 0.2 m³/kg พลังงานภายในจำเพาะ 10000 J/kg ระหว่างไหลเข้าระบบได้ระบายความร้อนออก 40000 J/kg หลังจากนั้นไหลออกจากระบบที่ทางออกมีความสูงจากระดับอ้างอิง 1 m ความเร็ว 8 m/s ความดัน 900 N/m² ปริมาตรจำเพาะ 0.1 m³/kg พลังงานภายในจำเพาะ 3000 J/kg จงคำนวณหางานที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากการไหลของสารทำงานผ่านระบบนี้

ใบงานหน่วยที่ 5

หน่วยที่ 5 สมบัติของสารบริสุทธิ์

1. จงหาค่าเอนทัลปีจำเพาะของของเหลว เอนทัลปีจำเพาะของการระเหย และเอนทัลปีจำเพาะของไอแห้งอิ่มตัวที่ความดัน 0.9 MPa

2. จงหาค่าปริมาตรจำเพาะ พลังงานภายในจำเพาะ และเอนทัลปีจำเพาะของไอร้อนยวดยิ่งที่ความดัน 0.4 MPa อุณหภูมิ 200 °C

3. จงหาค่าเอนทัลปีจำเพาะ ปริมาตรจำเพาะ พลังงานภายในจำเพาะและเอนโทรปีจำเพาะของ
ไอร้อนยวดยิ่งที่ความดัน 1.70 MPa อุณหภูมิ 700 °C

ใบงานหน่วยที่ 6

หน่วยที่ 6 แก๊สอุดมคติ

1. แก๊สจำนวนหนึ่งบรรจุอยู่ในกระบอกสูบ ขณะอยู่ที่ศูนย์ต่ายล่างมีความดัน 4.8 kPa ปริมาตร 0.000461 m^3 และอุณหภูมิ 150°C ถ้าลูกสูบเลื่อนขึ้นมาที่ศูนย์ต่ายบนจนความดันเป็น 30 kPa โดยให้ค่าอุณหภูมิกคงที่เท่าเดิม อยากทราบว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงตามกฎอะไร และสมการการเปลี่ยนแปลงกล่าวอย่างไร

2. จากโจทย์ข้อที่ 1 จงหาค่าปริมาตรหลังการอัดตัว

3. อากาศมวล 1 kg มีค่าความดัน 40 kPa ปริมาตร 2.5 m^3 อุณหภูมิ 185.71°C เปลี่ยนแปลงจนมีความดัน 40 kPa ปริมาตร 3.5 m^3 อยากทราบว่า เป็นการเปลี่ยนแปลงตามกฎอะไร และสมการ การเปลี่ยนแปลงกล่าวว่อย่างไร

4. จากโจทย์ข้อ 3 จงหาค่าอุณหภูมิของอากาศหลังการเปลี่ยนแปลง

5. แก๊สออกซิเจนจำนวนหนึ่งถูกอัดตัวในกระบอกสูบจากปริมาตร 0.14 m^3 ความดัน 150 kPa อุณหภูมิ 15°C จนปริมาตรเป็น 0.06 m^3 และอุณหภูมิเป็น 80°C อยากทราบว่าเปลี่ยนแปลงตาม กฎอะไร และสมการการเปลี่ยนแปลงกล่าวว่อย่างไร

6. จากโจทย์ข้อ 5 จงหาค่าความดันหลังการเปลี่ยนแปลง

ใบงานหน่วยที่ 7

หน่วยที่ 7 กระบวนการอุณหพลศาสตร์

คำชี้แจง ให้ตอบคำถามหรือแสดงวิธีทำเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องด้านล่างโจทย์ที่กำหนด

1. สารทำงานบรรจุในระบบปิดของระบบซึ่งมีปริมาตรคงที่ 0.2 m^3 ความดัน 1500 kPa อุณหภูมิ 27°C ระบายความร้อนออกจนทำให้อุณหภูมิเป็น -93°C เมื่อกำหนดให้ค่า $R = 0.2865 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ ค่า $C_p = 1.05 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ และค่า $C_v = 0.752 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ จงหาค่าความดันหลังการระบายความร้อน การเปลี่ยนแปลงพลังงานภายใน และปริมาณความร้อนที่ถ่ายเท

2. แก๊สออกซิเจนขยายตัวตามกระบวนการความดันคงที่ในกระบอกสูบที่ความดัน 300 kPa อุณหภูมิ 17°C จากปริมาตร 0.01 m^3 เป็นปริมาตร 0.03 m^3 เมื่อกำหนดให้ค่า $R = 0.259 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ ค่า $C_p = 0.917 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ ค่า $C_v = 0.658 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ จงคำนวณหาค่างาน และปริมาณความร้อนที่ถ่ายเท

3. สารทำงานมวล 1 kg ถูกอัดตัวแบบกระบวนการอุณหภูมิคงที่ จากความดัน 100 kPa อุณหภูมิ 30°C เป็นความดัน 500 kPa จงหาค่างาน และปริมาณความร้อนที่ถ่ายเท เมื่อ $R = 0.2868 \text{ kJ/kg.K}$

4. แก๊สชนิดหนึ่งมีมวล 1 kg ไหลเข้าระบบที่มีฉนวนกันความร้อนอย่างดีจนไม่มีการถ่ายเท ความร้อน ด้วยความเร็ว 10 m/s อุณหภูมิ 20°C และไหลออกจากระบบด้วยความเร็ว 5 m/s อุณหภูมิ 65°C เมื่อค่า $C_p = 1.2075 \text{ kJ/kg.K}$ และค่า $C_v = 1.15 \text{ kJ/kg.K}$ จงคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงของพลังงานภายใน เอนทัลปีและเอนโทรปี ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการ

5. สารทำงาน มวล 1 kg อุณหภูมิ 400 °C ขยายตัวในระบบปิดจากปริมาตร 0.02 m³ เป็น 0.05 m³ และความดันลดลงจาก 1.5 MN/m² เป็น 90 kN/m² ดัชนีการขยายตัว (n)=1.4 ค่า C_v= 0.85 kJ/kg.K จงคำนวณหาอุณหภูมิหลังการเปลี่ยนแปลง งานการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายใน และความร้อนที่ถ่ายเท และการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในระหว่างการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการ

ใบงานหน่วยที่ 8

หน่วยที่ 8 วัฏจักรและวัฏจักรทวน

คำชี้แจง ให้ตอบคำถามหรือแสดงวิธีทำเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องด้านล่าง โจทย์ที่กำหนดให้

1. จงเปรียบเทียบข้อแตกต่างของกฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์ตามคำกล่าวของเคลวิน–พลังค์ และเคลาซิอุ

2. อากาศมวล 0.8 kg เริ่มขยายตัวตามวัฏจักรคาร์โนต์จากอุณหภูมิ 500°C ปริมาตร 0.15 m^3 ตามกระบวนการอุณหภูมิคงที่โดยอัตราส่วนการขยายตัว 2.5 หลังจากนั้นขยายตัวต่อไปตามกระบวนการไอเซนทรอปิกตามกฎ $PV^{1.4} = C$ จนอุณหภูมิเปลี่ยนเป็น 35°C และระบายออกตามกระบวนการอุณหภูมิคงที่และไอเซนทรอปิกตามลำดับจนกลับมามีตำแหน่งเดิมเมื่อ $R = 0.287 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ จงหาค่าอุณหภูมิหลังการขยายตัวช่วงแรกของกระบวนการ ค่าปริมาตรหลังการขยายตัวตามกระบวนการไอเซนทรอปิก และค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักร ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักร 60.15%

3. การทำงานของระบบดังกล่าวเกี่ยวข้องกับกฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์อย่างไร

4. การทำงานของวัฏจักรทวนคาร์โนต์แตกต่างจากวัฏจักรคาร์โนต์อย่างไร

5. ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของวัฏจักรมีค่าเท่าไร

6. ใช้ปั๊มความร้อนเครื่องหนึ่งทำให้อากาศในบ้านอบอุ่น โดยควบคุมให้อุณหภูมิในห้องอยู่ที่ 30°C ซึ่งขณะนั้น อุณหภูมิภายนอกห้อง คือ 2°C ปรากฏว่าขณะปั๊มความร้อนทำงานต้องถ่ายเทความร้อนให้กับห้องในอัตรา 20 kJ/s เมื่อปั๊มความร้อนมีค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะเท่ากับ 3 จงคำนวณหาค่าลังที่ป้อนให้กับเครื่องอัด และอัตราความร้อนที่ดึงจากอากาศภายนอก

ใบงานหน่วยที่ 9

หน่วยที่ 9 วัฏจักรกำลัง

คำชี้แจง ให้ตอบคำถาม หรือแสดงวิธีทำเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องด้านล่าง โจทย์ที่กำหนดให้

1. วัฏจักรออตโตใช้อากาศเป็นสารทำงาน ซึ่งมีอัตราส่วนการอัดเท่ากับ 8 กำหนดให้อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของวัฏจักร เป็น 1227°C และ 27°C เมื่อ R มีค่า 0.287 kJ/kg.K ค่า C_p มีค่า 1.005 kJ/kg.K และ ค่า C_v มีค่า 0.718 kJ/kg.K จงคำนวณหา ความดันสูงสุด อุณหภูมิของอากาศเมื่อสิ้นสุดกระบวนการขยายตัวและประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักร

2. วัฏจักรดีเซลใช้อากาศเป็นสารทำงาน อัตราส่วนการอัดเท่ากับ 15 ความดันเริ่มต้น 1 kPa ทำงานอยู่ระหว่างอุณหภูมิต่ำสุด 27°C และอุณหภูมิสูงสุด 1227°C กำหนดให้ R มีค่า 0.287 kJ/kg.K C_p มีค่า 1.005 kJ/kg.K ค่า C_v มีค่า 0.718 kJ/kg.K และค่า cut-off ratio เท่ากับ 1.5 จงคำนวณหา งานที่ใช้อัดตัวความร้อนที่ถ่ายเทออก และงานสุทธิของวัฏจักร

จากโจทย์ให้ตอบคำถามข้อ 3 – 6

โรงจักรไอน้ำทำงานตามวัฏจักรแรงดันระหว่างความดันหม้อไอน้ำ 0.90 MPa และความดันในเครื่องควบแน่น 0.125 MPa โดยที่ไอที่ระบายออกจากกังหันมีค่าความแห้งของไอ 0.8 กำหนดให้

P	v_f	h_f	h_{fg}	h_g	v_g
0.90 MPa	0.001121	742.83	2031.1	2773.9	0.2150
0.125 MPa	0.001048	444.32	2241.0	2685.4	1.3749

- อุปกรณ์ที่เพิ่มความดัน และอุปกรณ์ที่ลดความดัน คืออุปกรณ์อะไร
- เมื่อไอน้ำขับใบพัดในกังหันให้ทำงานแล้วจะถูกระบายออก ไอน้ำที่ถูกระบายออกอยู่ในสถานะใดอะไร
- งานที่เกิดจากกังหันมีค่าเท่าไร
- ประสิทธิภาพและอัตราการใช้ไอจำเพาะของวัฏจักรมีค่าเท่าไร

จากโจทย์ให้ตอบคำถามข้อ 7 – 9

โรงจักรไอน้ำทำงานตามวัฏจักรแรงดันแบบใช้ไอร้อนยวดยิ่ง โดยความดันในอุปกรณ์กลั่น 0.150 MPa และความดันที่หม้อไอน้ำ 2.0 MPa โดยไอน้ำที่ออกจากหม้อไอน้ำเป็นไอร้อนยวดยิ่ง มีอุณหภูมิ 500 °C และไอน้ำที่ระบายออกจากกังหันมีค่าความแห้งของไอน้ำ 0.6 กำหนดให้

ตารางไอร้อนยวดยิ่ง

P	t	v	u	h	s
2.0 MPa	500 °C	0.17568	3116.2	3467.6	7.4317

ตารางไอน้ำอิ่มตัว

P	t	v_f	v_g	h_f	h_{fg}	h_g
2.0 MPa	212.42	0.001177	0.09963	908.79	1890.7	2799.5
0.150 MPa	111.37	0.001053	1.1593	467.11	2226.5	2693.6

7. อุปกรณ์เครื่องดงไอที่ใส่ในวัฏจักรแรงดันแบบใช้ไอร้อนยวดยิ่งทำให้ค่า degree of superheat มีค่าเท่าไร

8. ค่าความร้อนที่ให้แก่มื้อไอน้ำมีค่าเท่าไร

9. ประสิทธิภาพของวัฏจักรมีค่าเท่าไร

ใบงานหน่วยที่ 10

หน่วยที่ 10 วัฏจักรเครื่องอัดอากาศ

คำชี้แจง ให้ตอบคำถาม/แสดงวิธีทำเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องด้านล่าง โจทย์ที่กำหนดให้

จากโจทย์ให้ตอบคำถามข้อ 1 – 3

เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบทำงานตามวัฏจักรเครื่องอัดอากาศซึ่งกำหนดค่าต่างๆ ที่ให้ดังนี้

ปริมาตรดูด	0.08 m^3
ปริมาตรหัวลูกสูบ	0.005 m^3
ปริมาตรก่อนสิ้นดูดเปิด	0.02 m^3
มวลของอากาศที่ดูดเข้า	2 kg/s
ความดันสูงสุด	600 kN/m^2
อุณหภูมิสูงสุด	200°C
ความดันต่ำสุด	120 kN/m^2
อุณหภูมิต่ำสุด	50°C
ค่าดัชนีการอัดตัวและขยายตัว	1.4
ค่าคงที่ของอากาศ	0.287 kJ/kg.K

1. การทำงานของเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบปริมาตรทั้งหมดของกระบอกสูบมีค่าเท่าไร

2. ค่าปริมาตรก่อนสิ้นส่งเปิดมีค่าเท่าไร

3. หาประสิทธิภาพเชิงปริมาตร

จากโจทย์ให้ตอบคำถามข้อ 4 – 5

วัฏจักรเครื่องอัดอากาศแบบโรตารีชนิดใช้แรงเหวี่ยง กำหนดค่าต่างๆ ดังนี้

ความดันสูงสุด	600 kN/m ²
อุณหภูมิสูงสุด	200 °C
ความดันต่ำสุด	120 kN/m ²
อุณหภูมิต่ำสุด	50 °C
ค่าดัชนีการตัดตัวและขยายตัว	1.4
มวลของอากาศที่ดูดเข้า	1 kg/s
ค่าความร้อนจำเพาะเมื่อความดันคงที่	1.005 kJ/kg.K

4. ประสิทธิภาพของวัฏจักรเครื่องอัดอากาศแบบใช้แรงเหวี่ยงคิดจากงานของกระบวนการไอเซน-ทรอปิกแบบไม่มีความเสียดทานกับงานของกระบวนการไอเซนทรอปิกจริง ซึ่งทั้ง 2 กระบวนการ มีข้อแตกต่างกันอย่างไร

5. ค่าอุณหภูมิสัมบูรณ์เมื่อไม่มีความเสียดทานมีค่าเท่าไร

6. เครื่องอัดอากาศโรตารีชนิดพัลลมสามารถอัดอากาศได้ในอัตรา 1.5 kg/s และต้องใช้กำลังในการขับพัลลม 600 kW ถ้าความดันก่อนเข้า 100 kN/m^2 ความดันทางออก 180 kN/m^2 อยากทราบว่าภารกิจค้ำงานต่อ 1 รอบ ต้องคิดต่อปริมาตรอย่างไร

7. จากโจทย์ข้อ 6 ปริมาตร 1 รอบมีค่าเท่าไร