Faculty of Engineering

Prince of Songkla University

Final Examination Paper : Semester II **Academic year :** 2004

Date : March 4th , 2005 **Time:** 9.00 – 12.00

Subject : 231-212 Fundamental of Thermodynamics **Room:** R300

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำคือปรับตกในวิชานั้น

และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

คำสั่ง

- เขียนรหัสนักศึกษาให้ชัดเจนทุกหน้าของข้อสอบ
- **ห้าม**นำหนังสือหรือเอกสารใดๆ ที่นอกเหนือจากที่อนุญาตเข้าห้องสอบ
- **ห้าม**หยิบยืมเอกสารใดๆ และพูดคุยกับนักศึกษาผู้อื่นขณะทำข้อสอบ

อนุญาต

- ตารางเทอร์โมไดนามิกส์ และหนังสือโน๊ตกระดาษ A4 1 แผ่น (จดด้วยลายมือตัวเอง ไม่ใช่ถ่ายสำเนา)
- เครื่องคิดเลขไม่จำกัดรุ่น
- ใช้ดินสอทำข้อสอบ
- เขียนหน้าหลังเมื่อกระดาษในหน้าแรกในแต่ละข้อไม่พอ

ชื่อ ..... **รหัส** ..... **ตอน** .....

สำหรับผู้ตรวจ

ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	รวม
คะแนนเต็ม	15	30	20	15	30	25	35	170
ทำได้								

ข้อสอบมีทั้งหมด 7 ข้อ 9 หน้า (ไม่รวมหน้านี้)

นับจำนวนหน้าก่อนทำข้อสอบ

ดร.จุไรวัลย์ รัตนะพิสิฐ
ดร.ชญานุช แสงวิเชียร
ผู้ออกข้อสอบ
24 กุมภาพันธ์ 2548

ข้อ 1 (15 คะแนน) จงทำเครื่องหมาย √ หน้าข้อที่ถูก และทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ผิด

1. ____ สัมประสิทธิ์จูลทอมสันเป็นคุณสมบัติของระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะตามกระบวนการเอนทัลปีมีค่าคงที่
2. ____ เครื่องทำความเย็นที่ดำเนินตามวัฏจักรคาร์โนต์เท่านั้นที่จะให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะสูงสุดเมื่อทำงานระหว่างแหล่งความร้อนคู่เดียวกัน
3. ____ กลจักรความร้อนทุกตัวจะต้องสอดคล้องกับบทบัญญัติของ Kelvin-Planck หรือ Clausius อันใดอันหนึ่งก็ได้
4. ____ กระบวนการย้อนกลับได้หมายถึงกระบวนการซึ่งเมื่อเกิดขึ้นกับระบบแล้ว จะต้องทำให้ระบบย้อนกลับมาที่สภาวะเดิมได้ โดยสิ่งแวดล้อมจะย้อนกลับหรือไม่ย้อนกลับก็ได้
5. ____ ปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนในระบบปิดมีค่าเท่ากับการเปลี่ยนแปลงของพลังงานภายใน
6. ____ พลังงานภายในและเอนทัลปีของก๊าซอุดมคติเป็นฟังก์ชันกับอุณหภูมิเท่านั้น
7. ____ เมื่อสัมประสิทธิ์จูลทอมสันมีค่าเป็นบวกแล้ว กระบวนการทรอตลิ่งนั้นจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น
8. ____ $\int_1^2(\delta Q - \delta W)$ เป็นสมบัติที่ขึ้นกับเส้นทางการเปลี่ยนแปลง (path function) เพราะทั้งความร้อนและงานต่างเป็น path function
9. ____ สำหรับกลจักรความร้อนคาร์โนต์แล้ว อัตราส่วนอุณหภูมิเทอร์โมไดนามิกส์มีค่าเท่ากับอัตราส่วนของการถ่ายเทความร้อนของกลจักรความร้อนคาร์โนต์
10. ____ กลจักรความร้อนคาร์โนต์ที่มีสารทำงานเป็นน้ำจะให้ค่าประสิทธิภาพทางความร้อนสูงกว่ากลจักรความร้อนคาร์-โนต์ที่มีสารทำงานเป็นอากาศ

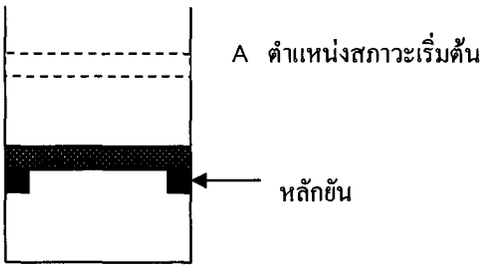
ข้อ 2 (30 คะแนน)

น้ำ 1 กิโลกรัมบรรจุอยู่ในกระบอกสูบปิดทับด้วยลูกสูบดังรูปที่แสดงข้างล่างนี้ ที่สภาวะเริ่มต้นลูกสูบอยู่ที่ตำแหน่ง A (เส้นประ) มีความดัน 0.5 MPa (เป็นความดันที่รวมทั้งความดันบรรยากาศและน้ำหนักลูกสูบ) และอุณหภูมิ 500 °C จากนั้นถ่ายโอนความร้อนให้แก่ระบบทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลงมาจนกระทั่งถึงหลักยัน (เส้นทึบ) ซึ่งขณะนี้ระบบมีปริมาตรเป็น 0.5 m^3 และลูกสูบไม่สามารถเคลื่อนที่ลงมาได้อีกเพราะติดหลักยันค้ำ ถ้ายังคงมีการถ่ายโอนความร้อนออกจากระบบจนกระทั่งที่สภาวะสุดท้ายระบบมีสถานะเป็นไออิ่มตัวแล้ว กำหนดให้ ลูกสูบสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ โดยไม่มีแรงเสียดทาน จงคำนวณหา

ก. อุณหภูมิที่ลูกสูบเริ่มแตะหลักยัน

ข. อุณหภูมิที่สภาวะสุดท้าย

ค. ปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน



ข้อ 3 (20 คะแนน)

ฟรีออน-12 อุณหภูมิ 60 °C ความดัน 1.2 MPa อัตราการไหล 0.4 kg/s ถูกส่งเข้าคอนเดนเซอร์ตัวหนึ่ง ซึ่งมีการถ่ายโอนความร้อนออก 40 kW และฟรีออน-12 ที่ทางออกคอนเดนเซอร์มีอุณหภูมิ 20°C จากนั้นจะส่งเข้าวาล์วขยายตัวที่ทำงานตามกระบวนการทรอตลิ่ง และพบว่าฟรีออน-12 ที่ทางออกวาล์วมีอุณหภูมิเป็น 10 °C

จงคำนวณหา

ก. สภาวะที่ทางออกของวาล์ว (โดยถ้าเป็นไอดงให้คำนวณหาความดัน แต่ถ้าเป็นของผสมอิ่มตัวแล้วให้คำนวณหาคุณภาพไอ)

ข. สัมประสิทธิ์จูลทอมสันของวาล์ว

ข้อ 4 (15 คะแนน)

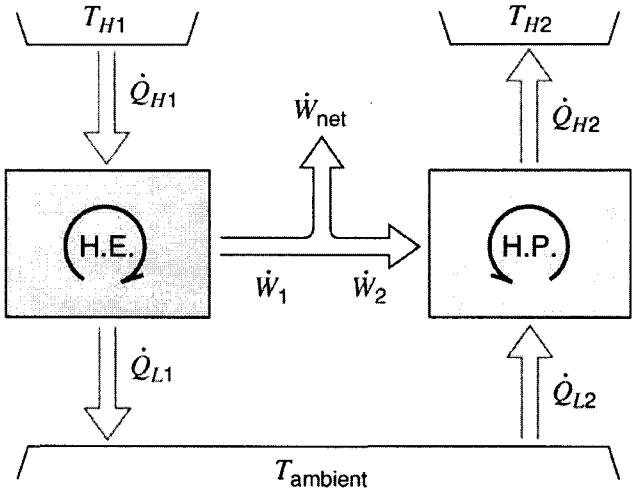
กลจักรความร้อนชุดหนึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อทำงานระหว่างแหล่งความร้อนอุณหภูมิ 25°C และ 400°C

ก. จงหาประสิทธิภาพทางความร้อนสูงสุดของกลจักรความร้อนนี้

ข. ถ้าในทางปฏิบัติพบว่า ประสิทธิภาพทางความร้อนของกลจักรเป็น 74% ของประสิทธิภาพทางความร้อนสูงสุด จงคำนวณหาปริมาณความร้อนที่มีการถ่ายเทจากแหล่งรับความร้อนอุณหภูมิต่ำ ถ้ากลจักรนี้ผลิตงาน 400 kW พร้อมเขียนแผนภาพกลจักรความร้อน โดยแสดงแหล่งความร้อนทั้งสอง ปริมาณความร้อน และงาน

ข้อ5 (25 คะแนน)

พิจารณาการทำงานของกลจักรความร้อน (H.E.) และปั๊มความร้อน (H.P.) ดังแสดงในรูป สมมติให้ $T_{H1} = T_{H2} > T_{ambient}$ เมื่อกำหนดข้อมูลออกเป็น 3 กรณีที่ต่างกัน (a, b, c) ดังแสดงในตาราง จงพิจารณาดูว่าแต่ละกรณีสอดคล้องกับกฎข้อที่ 1 และกฎข้อที่ 2 หรือไม่



	$\dot{Q}_{H1}$	$\dot{Q}_{L1}$	$\dot{W}_1$	$\dot{Q}_{H2}$	$\dot{Q}_{L2}$	$\dot{W}_2$
a	6	4	2	3	2	1
b	6	4	2	5	4	1
c	3	2	1	4	3	1

ข้อ6 (25 คะแนน)

จงคำนวณหาอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น (ΔT) ของก๊าซไนโตรเจนที่มีอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 1200 K และพลังงานภายในที่เปลี่ยนแปลง (ΔU) มีค่าเท่ากับ 40 kJ/kg เมื่อกำหนดให้

ก) หาโดยสมมติให้ C_{VO} มีค่าคงที่

ข) หาโดยใช้ค่า C_{VO} ซึ่งคำนวณจากสมการเอมพิริคัล

$$C_{po} = 1.11 - 0.48\theta + 0.96\theta^2 - 0.42\theta^3$$ เมื่อ C_{po} มีหน่วย $\frac{kJ}{kg\,.K}$ และ $\theta = \frac{T\,(Kelvin)}{100}$

ค) หาโดยใช้ข้อมูลจากตารางสำหรับก๊าซ Nitrogen (N_2) ข้างล่างนี้

T (K)	u (kJ/kg)
1000	779.11
1100	867.14
1200	957.00
1300	1048.46
1400	1141.35

ข้อ7 (35 คะแนน)

ถังปริมาตร 1 m^3 ภายในถังบรรจุสารทำความเย็น HFC-134A (ประกอบด้วยของเหลวและไอในสัดส่วนเท่ากันโดยปริมาตร) ความดันภายในถังมีค่าเท่ากับ 0.8 MPa จงหาปริมาณความร้อนที่ทำให้สารทำความเย็นเหลวระเหยกลายเป็นไอจนกระทั่งปริมาณของเหลวลดลงเหลือเพียงครึ่งหนึ่งจากเดิม สมมติให้มีเฉพาะไอเท่านั้นที่ไหลผ่านวาล์วอัตโนมัติซึ่งติดตั้งไว้เพื่อรักษาความดันภายในถังให้มีค่าคงที่