 รหัส.....

Faculty of Engineering

Prince of Songkla University

Midterm Examination Paper : Semester I **Academic year** : 2008

Date : July 31st, 2008 **Time:** 13.30 – 16.30

Subject : 230-212 Thermodynamics I **Room:** A203, A205, A301, A303

คำสั่ง

- **ห้าม**นำหนังสือหรือเอกสารใดๆ ที่นอกเหนือจากที่อนุญาตเข้าห้องสอบ
- **อนุญาต**กระดาษโน้ตขนาด A4 1 แผ่น ที่จดด้วยลายมือห้ามสำเนา และตารางเทอร์โมไดนามิกส์เข้าห้องสอบได้
- นำเครื่องคิดเลขทุกรุ่นเข้าห้องสอบได้
- ใช้ดินสอทำข้อสอบได้

<u>ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ "ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริตและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา"</u>

สำหรับนักศึกษา

ชื่อ ..... **รหัส** .....**อาจารย์ผู้สอน** .....

ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	8	รวม
คะแนนเต็ม	15	20	15	15	15	25	15	30	150
ทำได้									

ข้อสอบมีทั้งหมด 8 ข้อ 11 หน้า (รวมปก)

ดูความเรียบร้อยก่อนลงมือทำ

ดร. สุธรรม สุขมณี ผู้ออกข้อสอบ

ผศ.ดร. สุภวรรณ ภิระวณิชย์กุล ผู้ออกข้อสอบ

ผศ.ดร. ชญานุช แสงวิเชียร ผู้ออกข้อสอบ

ข้อ 1 (15 คะแนน) จงเขียนเครื่องหมายถูกผิดหน้าข้อความต่อไปนี้

..... กระบวนการ Adiabatic เป็นกระบวนการที่มีความร้อนถ่ายโอนเข้าสู่ระบบที่อัตราคงที่

..... ระบบต้นกำลังแบบเทอร์โมอิเล็กตริกใช้หลักการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนโดยตรง

..... ในระดับจุลภาค ทุกโมเลกุลของสารมีพลังงานอยู่ 2 รูป คือ พลังงานจลน์ และพลังงานศักย์

..... ระบบทำความเย็นเทอร์โมอิเล็กตริกมีการถ่ายโอนความร้อนจาก Cold Junction ไปยัง Hot Junction

..... เครื่องทำความเย็นแบบอัดไอ ให้สารทำความเย็นไหลเข้าสู่เครื่องอัดไอในสภาพไอดงความดันต่ำ

..... หลักการทำงานของ Fuel Cell คือเปลี่ยนเชื้อเพลิงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงโดยไม่ใช้สารทำงาน

..... กระบวนการปริมาตรคงที่ เรียกอีกชื่อว่า Isochoric Process

..... Econoizer คือ Heat Exchanger ที่ทำให้น้ำมีอุณหภูมิต่ำลง

..... Cycle คือกระบวนการที่ระบบกลับมาสู่สถานะตั้งต้น

..... ขั้นแรกในการแยกอากาศแบบ Cryogenic คือการลดความดันอากาศก่อนเข้าเครื่องทำความสะอาด

..... การแยกอากาศแบบ Cryogenic จะใช้อุณหภูมิสูงมากในการกลั่น

..... โรงงานแยกอากาศจำเป็นต้องขจัดน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อป้องกันการอุดตัน

..... หลักการทำงานของระบบต้นกำลังจากไอน้ำคือเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าจากความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง

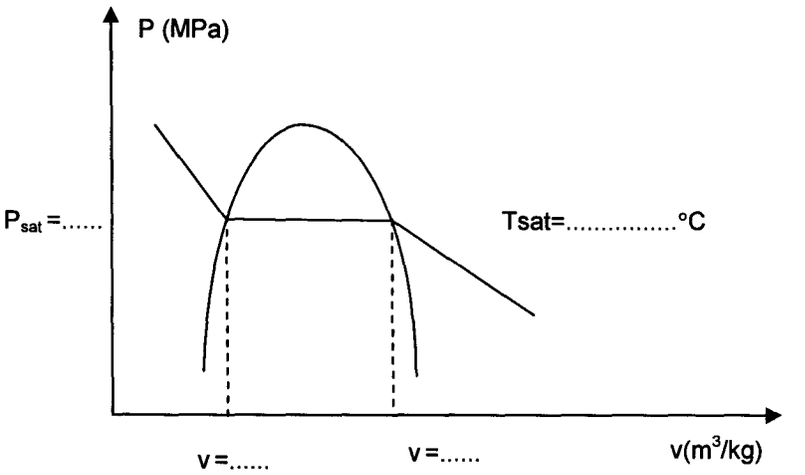
..... Condenser มีหน้าที่เปลี่ยนสถานะจากของเหลวให้กลายเป็นไอ

..... Oxidizer คือ ตัวช่วยสันดาปในกระบวนกาแรเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในห้องสันดาปความดันต่ำก่อนไหลผ่านหัวฉีดด้วยความเร็วสูง

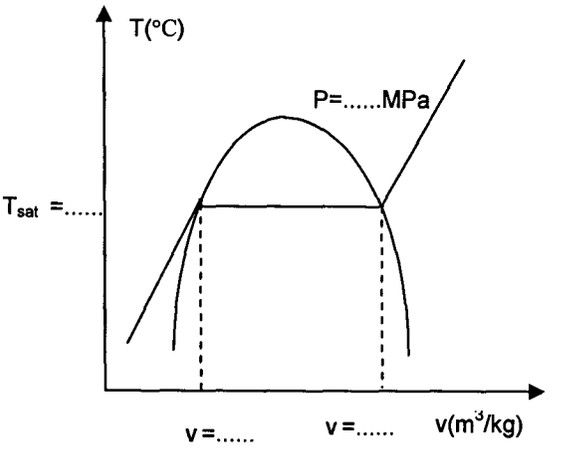
ข้อ 2 (20 **คะแนน**) จงเติมข้อมูลในช่องว่างให้ครบถ้วน

ข้อ	สาร	ความดัน	อุณหภูมิ	ปริมาตรจำเพาะ (m^3 /kg)	คุณภาพและ/หรือสภาวะ
ก.	น้ำ		140 ^oC		ของเหลวอิ่มตัว
ข.	น้ำ	0.1 MPa			0.75/mixture
ค.	แอมโมเนีย	80 kPa	-38 ^oC		
ง.	ฟรีออน-12	0.15 MPa	90 ^oC		
จ.	ไนโตรเจน	3.2079 MPa		0.004891	
ฉ.	มีเทน	4 MPa	450 K		
ช.	HFC-134A	1.1 MPa			0.5/mixture

จากข้อ จ. จงแสดงจุดลงในแผนภาพ P-v และเขียนข้อมูลให้ครบถ้วน



จากข้อ ฉ. จงแสดงจุดลงในแผนภาพ T-v และเขียนข้อมูลให้ครบถ้วน



ข้อ 3 (15 **คะแนน)** ถังมีปริมาตร 1 m^3 ใช้สำหรับเก็บมีเทน เริ่มต้นมีปริมาตรของเหลวและไอเท่ากัน อุณหภูมิ 114.47 K จากนั้นค่อย ๆ ปล่อยมีเทนออกจากถังเฉพาะส่วนที่เป็นของเหลวอย่างช้า ๆ โดยควบคุมอุณหภูมิให้คงที่เท่ากับตอนเริ่มต้นตลอดเวลา ถ้ามวลของเหลวมีเทนออกจากถังไปเท่ากับ 200 kg จงคำนวณหามวลของมีเทนตอนเริ่มต้นและปริมาตรสุดท้ายของส่วนที่เป็นไอ

ข้อ 4 (15 คะแนน) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีมวล 0.5 กิโลกรัม ทำให้ร้อนขึ้นจากอุณหภูมิ 300 K ถึงอุณหภูมิ 1900 K จงหาค่าการเปลี่ยนแปลงเอนทาลปีดังนี้

ก. ค่าความจุความร้อนแปรตามอุณหภูมิ (Table A.11) (5 คะแนน)

ข. ค่าความจุความร้อนแปรตามอุณหภูมิ ตามสมการที่กำหนดให้ (10 คะแนน)

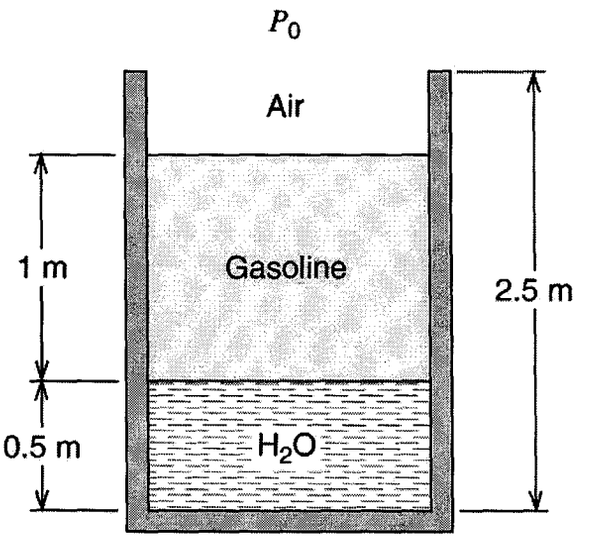
กำหนดสมการหาค่าความจุความร้อน

$$\overline{C}_p = 22.26 + 5.981 \times 10^{-2} T - 3.501 \times 10^{-5} T^2 + 7.469 \times 10^{-9} T^3$$

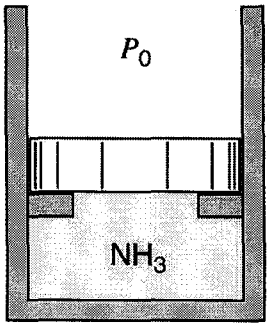
โดยที่ $\overline{C}_P$ มีหน่วยเป็น kJ/kmol.K

T มีหน่วยเป็น K

ข้อ 5 (15 **คะแนน**) ถังทรงกระบอกดังรูปมีพื้นที่หน้าตัด 1.5 m^2 บรรจุของเหลวดังรูป กำหนดให้ค่าความดันบรรยากาศ (P_0) เท่ากับ 101 kPa จงคำนวณหาค่าความดันสูงสุดของน้ำด้านล่าง เมื่อความหนาแน่นของน้ำและ Gasoline มีค่า 997 และ 750 kg/m^3 ตามลำดับ



ข้อ 6 (25 คะแนน) ลูกสูบทรงกระบอกบรรจุแอมโมเนีย 1 kg ไว้ภายใน มีอุณหภูมิ 20 °C และปริมาตรเป็น 0.1 m^3 เริ่มต้นลูกสูบวางอยู่นิ่งดังรูป ความดันที่สามารถผลักให้ลูกสูบเคลื่อนที่ได้มีค่าเท่ากับ 1400 kPa อยากทราบว่าต้องให้ความร้อนแก่แอมโมเนียจนอุณหภูมิเป็นเท่าไหร่จึงจะสามารถยกลูกสูบขึ้นได้ และหากแอมโนเนียถูกให้ความร้อนจนกลายเป็นไออิ่มตัวไปทั้งหมด จงหาอุณหภูมิสุดท้าย ปริมาตรสุดท้าย และความร้อนที่ให้แก่กระบวนการทั้งหมด



ข้อ 7 (15 คะแนน) ที่อุณหภูมิ 175 K ความดัน 6 MPa ไนโตรเจน (N_2) มีปริมาตรจำเพาะ (v) 0.006913 m^3/kg โดยไนโตรเจน มีน้ำหนักโมเลกุล (M) = 28.013 และค่าคงตัว (R) = 0.2968 kPa-m^3/kg-K จงหา

ก) แฟกเตอร์สภาพอัด (Compressibility, Z) ของไนโตรเจน มีค่าเท่าใด (4 คะแนน)

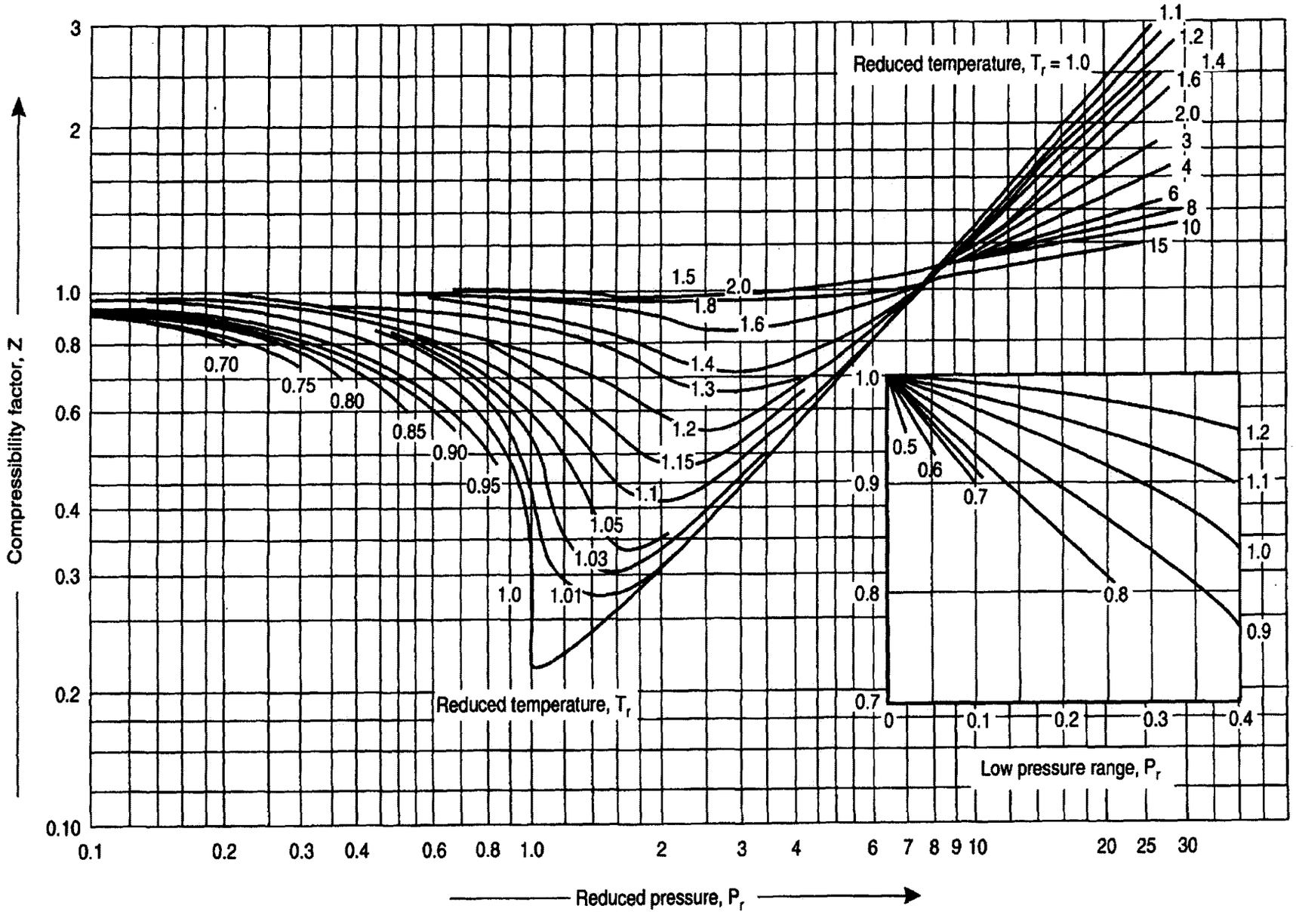
ข) หากใช้สมการสถานะของก๊าซอุดมคติ (Ideal gas equation of state) โดยใช้อุณหภูมิและปริมาตรจำเพาะ จะคาดหมายความดันของไนโตรเจนได้เท่าใด (4 คะแนน)

ค) หากใช้สมการสถานะของ Beattie-Bridgeman ตามสมการและค่าคงตัวที่ระบุไว้ข้างล่างนี้ โดยใช้อุณหภูมิและปริมาตรจำเพาะ จะคาดหมายความดันของไนโตรเจนได้เท่าใด (7 คะแนน)

สมการสถานะของ Beattie-Bridgeman

$$P = \frac{\bar{R}T}{\bar{v}} + \frac{B_0\bar{R}T - A_0 - \frac{c}{\bar{v}T^3}}{\bar{v}^2} + \frac{aA_0 - \frac{B_0c\bar{R}}{T^2} - bB_0\bar{R}T}{\bar{v}^3} + \frac{bB_0c\bar{R}}{\bar{v}^4T^2}$$

ค่าคงตัวของ Beattie-Bridgeman เมื่อใช้หน่วยของอุณหภูมิ (T) เป็น K หน่วยของความดัน (P) เป็น kPa และหน่วยของปริมาตรจำเพาะ ($\bar{v}$) เป็น m^3/kmol คือ ค่าคงตัว Universal ($\bar{R}$) = 8.3144 kPa-m^3/kmol-K, A_0 = 136.2315, a = 0.02617, B_0 = 0.05046, b = -0.00691 และ c = 42000


Compressibility factor, Z
Reduced pressure, P_r
Reduced temperature, T_r = 1.0
Reduced temperature, T_r
Low pressure range, P_r
0.70
0.75
0.80
0.85
0.90
0.95
1.0
1.01
1.03
1.05
1.1
1.15
1.2
1.3
1.4
1.5
1.6
1.8
2.0
3
4
6
8
10
15
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9

ข้อ 8 (30 คะแนน) ก๊าซอุดมคติ (Ideal gas) บรรจุในกระบอกสูบพร้อมลูกสูบ ปริมาตรและความดันเริ่มต้น V_1 = 0.005 m^3, P_1 = 150 kPa ดำเนินกระบวนการเป็นวัฏจักร (Cycle) 1-2-3-4-1 ด้วยกระบวนการย่อยซึ่งเป็นกระบวนการเสมือนสมดุล (Quasi-equilibrium process) ต่อไปนี้

กระบวนการย่อย 1-2 ให้ความร้อนแบบปริมาตรคงที่ (Constant volume process) $_1Q_2$ = 3.25 kJ จนกระทั่งมีความดัน P_2 = 411.3 kPa

กระบวนการย่อย 2-3 ให้ความร้อนแบบความดันคงที่ (Constant pressure process) $_2Q_3$ = 3.60 kJ ทำให้ก๊าซขยายตัว มีปริมาตร V_3 = 0.0075 m^3

กระบวนการย่อย 3-4 ขยายตัวแบบอุณหภูมิคงที่ (Constant temperature process) ทำให้ก๊าซขยายตัว มีปริมาตร V_4 = 0.010 m^3

กระบวนการย่อย 4-1 ถูกอัดตัวตามกระบวนการโพลีโทรปิค (Polytropic process) PV^n = ค่าคงตัว ทำให้ระบบดำเนินกระบวนการครบวัฏจักร มีปริมาตรและความดัน V_1 = 0.005 m^3, P_1 = 150 kPa

จากข้อมูลของวัฏจักรและกระบวนการย่อยที่กำหนด ขอให้ท่านตอบคำถามต่อไปนี้

ก) งาน ($_1W_2$) และการเปลี่ยนแปลงพลังงานของก๊าซ ในกระบวนการย่อย 1-2 มีค่าเท่าใด (5 คะแนน)

ข) งาน ($_2W_3$) และการเปลี่ยนแปลงพลังงานของก๊าซ ในกระบวนการย่อย 2-3 มีค่าเท่าใด (5 คะแนน)

ค) ความร้อน ($_3Q_4$) งาน ($_3W_4$) และการเปลี่ยนแปลงพลังงานของก๊าซ ในกระบวนการย่อย 3-4 มีค่าเท่าใด (6 คะแนน)

ง) ความร้อน ($_4Q_1$) งาน ($_4W_1$) และการเปลี่ยนแปลงพลังงานของก๊าซ ในกระบวนการย่อย 4-1 มีค่าเท่าใด (10 คะแนน)

จ) ความร้อนสุทธิ (Q_{net} หรือ $\oint Q$) งานสุทธิ (W_{net} หรือ $\oint W$) และการเปลี่ยนแปลงพลังงานของก๊าซตลอดวัฏจักร มีค่าเท่าใด (4 คะแนน)