มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2547
วันที่ : 3 สิงหาคม 2547 เวลา 9.00 - 12.00 น.
วิชา : 230-613 Fluid Phase Equilibria ห้อง : R300

อนุญาตให้นำเอกสารและอุปกรณ์คำนวณทุกอย่างเข้าห้องสอบได้
ข้อสอบมีทั้งหมด 11 ข้อ 12 หน้า
ใช้ดินสอเขียนคำตอบได้ (เขียนด้านหลังของกระดาษกรณีด้านหน้าของกระดาษไม่พอ)

ข้อที่	หน้าที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	2-3	13	
2	4	8	
3	5	8	
4	6	9	
5	7	7	
6	8	5	
7	9	5	
8	10	10	
9	11	6	
10	12	2	
11	12	2	
รวมคะแนน		75	

อ.ลือพงศ์ แก้วศรีจันทร์
ผู้ออกข้อสอบ
28 กรกฎาคม 2547

1. (*13 pts*) A gas obeys the following equation of state: $P(v-B)=RT+\frac{aP^2}{T}$, where a and B are constants.

   (a) Calculate the entropy change involved when the gas changes from state 1 (P = 4 atm, T = 300 K) to state 2 (P =12 atm, T = 400 K). The mean c_p at atmospheric pressure is 8 cal/(g mol ·K). The values of a and B are 1.0 (L· K)/(atm· g mol) and 0.080 L/(g mol) respectively.

   (b) Estimate the mean c_p at 12 atm.

   Hint: 1. Maxwell relation of $dS=\frac{c_P}{T}dT-\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P dP$

   2. $V=nv$, $S=ns$, n = total mole in the system

2. *(8 pts)* Estimate the vapor pressure of 4-Chlorotoluene at 139.8°C using the Mackay-Kistiakowsky method. (compare % error of calculated vapor pressure with the value from experimental data below)

ORGANIC COMPOUNDS
Pressures Less than One Atmosphere (Continued)

Name	Formula	Temperature °C						M.P.
		1 mm	10 mm	40 mm	100 mm	400 mm	760 mm	
Benzoic acid	$C_7H_6O_2$	96.0s	132.1	162.6	186.2	227.0	249.2	121.7
Salicylaldehyde	$C_7H_6O_2$	33.0	73.8	105.2	129.4	173.7	196.5	−7
4-Hydroxybenzaldihyde	$C_7H_6O_2$	121.2	169.7	206.0	233.5	282.6	310.0	115.5
Salicylic acid	$C_7H_6O_3$	113.7s	146.2s	172.2	193.4	230.5	256.0	159
o-Bromotoluene	C_7H_7Br	32.2	73.4	104.8	129.8	175.2	198.5	−4
2-Bromotoluene	C_7H_7Br	24.4	62.3	91.0	112.0	157.3	181.8	−28
3-Bromotoluene	C_7H_7Br	14.8	64.0	93.9	117.8	160.0	183.7	−39.8
4-Bromotoluene	C_7H_7Br	10.3	61.1	91.8	116.4	160.2	184.5	28.5
4-Bromoanisole	C_7H_7BrO	48.8	91.9	125.0	150.1	197.5	223.0	12.5
o-Chlorotoluene	C_7H_7Cl	22.0	60.8	90.7	114.2	155.8	179.4	−39
2-Chlorotoluene	C_7H_7Cl	+5.4	43.2	72.0	94.7	137.1	159.3	—
3-Chlorotoluene	C_7H_7Cl	+4.8	43.2	73.0	96.3	139.7	162.3	—
4-Chlorotoluene	C_7H_7Cl	+5.5	43.8	73.5	96.6	139.8	162.3	+7.3
2-Fluorotoluene	C_7H_7F	−24.2	+8.9	34.7	55.3	92.8	114.0	−80
30Fluorotoluene	C_7H_7F	−22.4	+11.0	37.0	57.5	95.4	116.0	−110.8
4-Fluorotoluene	C_7H_7F	−21.8	+11.8	37.8	58.1	96.1	117.0	—
2-Iodotoluene	C_7H_7I	37.2	79.8	112.4	138.1	185.7	211.0	—
2-Nitrotoluene	$C_7H_7NO_2$	50.0	93.8	126.3	151.5	197.7	222.3	−4.1
3-Nitrotoluene	$C_7H_7NO_2$	50.2	96.0	130.7	156.9	206.8	231.9	15.1
4-Nitrotoluene	$C_7H_7NO_2$	53.7	100.5	136.0	163.0	212.5	238.3	51.9
Toluene	C_7H_8	−26.7	+6.4	31.8	51.9	89.5	110.6	−95.0

3. *(8 pts)* Estimate the K_{EQ} of 4-Chlorotoluene in oily soil found in a landfill at 43.8°C.

Laboratory tests shows that:

Average molecular mass of oil, *g/mol* = 200

Volumetric air content of soil / waste, m^3_{AIR} / m^3_{SOIL} = 0.25

Oil loading in soil, g_{OIL}/cm^3_{SOIL} = 0.33

(Use vapor pressure data in problem # 2)

4. *(9 pts)* จงหาระดับขั้นความเสรี (degrees of freedom) พร้อมทั้งยกตัวอย่างอธิบายจำนวนตัวแปรที่เป็นอิสระ ของระบบต่อไปนี้

(a) วัฏภาคแก๊สของระบบ NH_3, N_2 และ H_2 มีตัวเร่งปฏิกิริยาสำหรับการแตกตัวของ NH_3 ไปเป็น N_2 และ H_2 โดยที่ระบบนี้อนุญาตให้เติมได้เฉพาะ NH_3 และ N_2 เท่านั้น ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นคือ

$$NH_3 \xleftrightarrow{Cat} (1/2)N_2 + (3/2)H_2$$

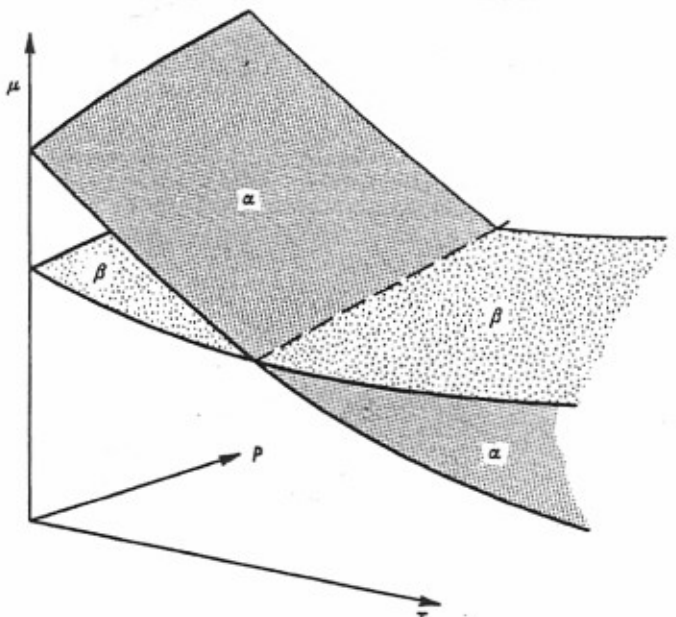
(b) น้ำบริสุทธิ์ ณ จุด Triple point

5. *(3 pts)* (ก) จงอธิบายสมบัติต่างๆของระบบปิดเนื้อผสม (heterogeneous closed system)

(4 pts) (ข) พิสูจน์ที่มา (derivation) ของสมการระดับขั้นความเสรีสำหรับระบบปิดเนื้อผสม

6. *(5 pts)*

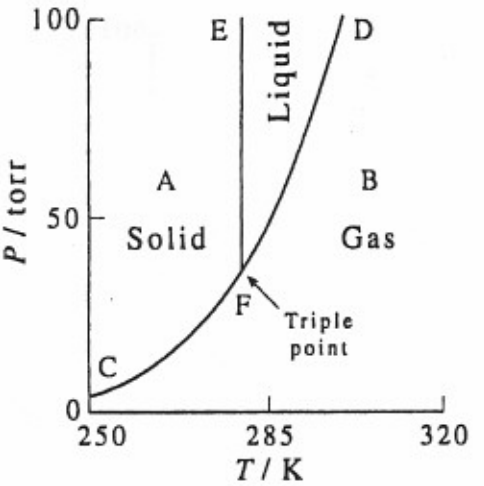
อธิบายเงื่อนไขของสภาวะสมดุลระหว่างวัฏภาค α และวัฏภาค β จากรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 Surface of chemical potential for α and β phase.

7. (*5 pts*) จงวาดเส้น Sub-cooled liquid ในรูปที่ 7.1 พร้อมทั้งอธิบาย เหตุผลของอสมการต่อไปนี้

$$P_L^s > P_s^s$$



<u>รูปที่ 7.1</u> แผนภาพวัฏภาคของเบนซีนบริสุทธิ์.

8. *(10 pts)* จงนำตัวเลขประจำในคอลัมน์ซ้ายมือใส่ในวงเล็บของคอลัมน์ขวามือ (1 วงเล็บจับคู่ได้ 1 ตัวเลข และไม่อนุญาตให้นำตัวเลขในคอลัมน์ซ้ายมือจับคู่ได้หลายๆครั้ง)

คอลัมน์ I	คอลัมน์ II
1. $\left(\frac{\partial \mu_i}{\partial T}\right)_P$	( ) Entropy of the system
2. Extensive property	( ) Partial molar properties
3. $\left(\frac{\partial x}{\partial n_i}\right)_{T,P,n_j}$	( ) $\Delta v_{tm} = v_{gas}$
4. สมการเคลาซิอุส กลาเปรง	( ) Isothermal system
5. สมการกลาเปรง	( ) Isobaric system
6. Superheat liquid สัมพันธ์กับกระบวนการใด ?	( ) Isochoric system
7. Super cooled liquid สัมพันธ์กับกระบวนการใด ?	( ) Mol/L
8. การเปลี่ยนแปลงวัฏภาคของสาร กระบวนการจะต้องผ่านระบบใด ?	( ) Partial molar Gibbs free energy
9. Molarity	( ) Fusion
10. Molality	( ) Condensation
11. Normal boiling point	
12. $\left(\frac{\partial s}{\partial T}\right)_v$	
13. Specific volume of species i	
14. Chemical potential	

9. *(6 pts)* จงนำตัวเลขประจำในคอลัมน์ซ้ายมือใส่ในวงเล็บของคอลัมน์ขวามือ (1 วงเล็บจับคู่ได้ 1 ตัวเลข และไม่อนุญาตให้นำตัวเลขในคอลัมน์ซ้ายมือจับคู่ได้หลายๆครั้ง)

คอลัมน์ I	คอลัมน์ II
1. Infinitely soluble	( ) Kistiakowsky equation
2. Sparingly soluble	( ) Modified Kistiakowsky equation
3. Hydrogen bonding	( ) Mackay Kistiakowsky equation
4. High K_{ow}	( ) Trouton's rule
5. Group contribution method	( ) Vetere' s method
6. $K_F = 1$	( ) molecular structure
	( ) Solution of DDT + water
	( ) Solution of Ethanol + water
	( ) Prefers water phase
	( ) Prefers octanol phase

10. (*2 pts*) ปัจจัยต่างๆที่กำหนดความสามารถในการละลายของสารเคมีต่างๆ มีอะไรบ้าง

11. (*2 pts*) จงพิสูจน์ว่า $C_w^s = \dfrac{55.6}{\gamma_w^s}$