มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 **ประจำ ปีการศึกษา 2547**

วันที่ : 23 ธันวาคม 2547 เวลา : 9.00 –12.00 น.

วิชา: Physical Chemistry for Chemical Engineers (231-204) ห้อง : R200

-อนุญาตให้นำโน้ตบันทึกช่วยจำ กระดาษ A4 (เขียนได้ทั้ง 2 หน้า) เพียง 1 แผ่นเข้าห้องสอบได้

-อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขทุกชนิดเข้าห้องสอบได้

-ข้อสอบมีทั้งหมด 16 ข้อ 14 หน้า ให้ทำทุกข้อ

-กระดาษไม่พอทำต่อด้านหลัง

-ใช้ดินสอทำข้อสอบได้

ค่าคงที่และสมการคณิตศาสตร์

$R = 0.08206$ (L atm)/(mol K) $= 8.314$ J/(mol K)

1 atm = 10^5 N/m^2

Taylor's series:

$\ln x = (x-1)-(x-1)^2/2! + (x-1)^3/3!-(x-1)^4/4!+\ldots$

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำคือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

หน้าที่	ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
2	1	2	
3	2-4	5	
4	5	3	
5	6	10	
6	7	10	
7	8-9	4	
8	10	6	
9	11	12	
10	12	12	
11	13	12	
12	14	14	
13	15	14	
14	16	8	
	คะแนนรวม	**112**	

Happy New Year 2005

อ. ลือพงศ์ แก้วศรีจันทร์

10 ธันวาคม 2547

1. จงตอบคำถามต่อไปนี้

   1.1 ***(1 point)*** ระบบที่ประกอบไปด้วย น้ำ และ เอทานอล ในสภาวะ 3 วัฏภาค จะมีค่าระดับขั้นความเสรี (degrees of freedom) เท่ากับเท่าไร?

   1.2 ***(1 point)*** จงยกตัวอย่างของระบบของสารบริสุทธิ์ ที่มีจำนวนของวัฏภาคเท่ากับ 4 วัฏภาค

2. ***(2 points)*** ปรากฏการณ์กลั่นตัว (Condensation) ของสารบริสุทธ์ที่ความดันต่ำกว่า ค่าความดันที่จุด Triple point จะ**ไม่เกิดขึ้น** แม้ว่าจะดำเนินการลดค่าอุณหภูมิให้ต่ำลงมากเพียงไร เพราะเหตุใด ?
3. ***(1 point)*** ค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอที่ สภาวะวิกฤตมีค่าเท่ากับเท่าไร ? เพราะเหตุใด ?
4. ***(2 points)*** เพราะว่าค่า $\Delta G \leq 0$ ในระบบใดๆ สำหรับระบบสารบริสุทธิ์ที่กำลังดำเนินการเข้าสู่สภาวะสมดุลระหว่างวัฏภาคของเหลวและวัฏภาคก๊าซ เมื่อ $\mu^g < \mu^l$ จะเกิดปรากฏการณ์ใด ระหว่าง การระเหย การระเหิด การเดือด การหลอมเหลว หรือการกลั่นตัว **อธิบาย**

5. ***(3 points)*** **ใช่หรือไม่ที่**ค่าความชัน (Slope) ของเส้นสมดุลในแผนภาพความดัน-อุณหภูมิ (P-T diagram, T อยู่บน แกน x และ P อยู่บน แกน Y) ระหว่าง ของแข็ง-ของเหลว **มีค่ามากกว่า** ค่าความชัน (Slope) ของเส้นสมดุลระหว่าง ของเหลว-ก๊าซ ณ บริเวณใกล้ๆ จุด Triple point ? **เพราะเหตุใด ?**

6. ***(10 points)*** น้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 100 $^{\circ}$C มีค่า $\frac{dP}{dT}$ เท่ากับ 27.12 $\frac{\text{mmHg}}{^{\circ}\text{C}}$ ค่าปริมาตรจำเพาะเชิงมวล (Specific mass volume) ของไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 $^{\circ}$C นี้มีค่า เท่ากับ 1674 $\frac{\text{cm}^3}{\text{g}}$ จงคำนวณค่าเอนทัลปีของการระเหยของน้ำที่อุณหภูมิ 100 $^{\circ}$C ในหน่วย J/mol

7. ***(10 points)*** สมการความดันไอของของแข็งและของของเหลว Hydrogen cyanide ในหน่วย มิลลิเมตรปรอท(mmHg) คือ

solid (from 243 to 258 K) : $\log P^{o} = 9.33902 - (1864.8/T)$; (T, K)

Liquid(from 265 to 300 K) : $\log P^{o} = 7.74460 - (1453.06/T)$; (T, K)

จงคำนวณ (1) Triple point

(2) Standard boiling point

8. ***(2 points)*** จงอธิบายความแตกต่างระหว่างสารละลายที่เบี่ยงเบนไปจากกฎของราอูลต์ไปทางบวกกับสารละลายที่เบี่ยงเบนไปจากกฎของราอูลต์ไปทางลบ
9. ***(2 points)*** จงใช้อนุกรมของเทย์เลอร์แสดงให้เห็นว่าค่าในระบบทวิภาคของสารละลายเจือจาง $\ln a_1 = -x_2$

10. ***(6 points)*** จงอธิบายว่าข้อความต่อไปนี้ถูกหรือผิด เพราะเหตุใด

10.1 ในสารละลายอุดมคติค่าเศษส่วนเชิงโมลและค่าสัมประสิทธิ์แอกติวิตีของแต่ละองค์ประกอบจะมีค่าเท่ากัน

10.2 สำหรับสารละลายทวิภาคของระบบใดๆ ค่าสัมประสิทธิ์แอกติวิตีที่อ้างอิงกับกฎของราอูลต์ (Raoult's law) และค่าสัมประสิทธิ์ที่อ้างอิงกับกฎของเฮนรี (Henry's law) จะมีค่าเท่ากัน

11. ***(12 points)*** ค่าความดันไอขององค์ประกอบที่ 1 และองค์ประกอบที่ 2 ในสารละลายทวิภาคสามารถเขียนด้วยสมการเอมไพริกัลดังนี้

$$P_1 = 120\, x_1 e^{0.2x_2^2 + 0.1x_2^3}$$

และ

$$P_2 = 140\, x_2 e^{0.35x_1^2 - 0.1x_1^3}$$

เมื่อความดันมีหน่วยเป็นทอร์ (mmHg) จงคำนวณหาค่าของ $P_1^*, P_2^*, k_{H,1}$ และ $k_{H,2}$

12. ***(12 points)*** สารละลายซึ่งประกอบไปด้วยเกลือแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) ปริมาณ 4.5 กรัม (MW=110) และน้ำตาลซูโครส 10 กรัม (MW = 342.3) ในน้ำ 1 กิโลกรัม จงคำนวณค่าความดันออสโมติก ณ อุณหภูมิ $20^{\circ}C$

กำหนดให้ ณ อุณหภูมิ $20^{\circ}C$ ค่าความหนาแน่นของน้ำบริสุทธิ์เท่ากับ 0.99729 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และประมาณให้ความหนาแน่นของสารละลายมีค่าเท่ากับความหนาแน่นของน้ำบริสุทธิ์

13. ***(12 points)*** เมื่อก๊าซ A ละลายลงในตัวทำละลาย B ณ อุณหภูมิ 25°C โดยที่ค่า x_2 = 0.027 (m = 0.170) เมื่อวัดค่าความดันย่อยของก๊าซ A จะได้เท่ากับ 10.27 มิลลิเมตรปรอท ค่าคงที่ของเฮนรีของก๊าซ A ในหน่วยเศษส่วนเชิงโมลและโมแลลิตีมีค่าดังนี้ k_x=400 mmHg/mole fraction และ k_m = 65 mmHg/molality ค่าความดันไอของก๊าซ A บริสุทธิ์ (P_2^*) มีค่าเท่ากับ 236 มิลลิเมตรปรอท ณ อุณหภูมิเท่ากับ 25°C จงคำนวณค่าแอกติวิตีและสัมประสิทธิ์แอกติวิตีต่อไปนี้

		unit
a_2 (Raoult's law)	=	
a_2 (Henry's law, x)	=	
a_2 (Henry's law, m)	=	
γ_1 (Raoult's law)	=	
γ_{2x} (Henry's law, x)	=	
γ_{2m} (Henry's law, m)	=	

14. อุณหภูมิจุดเยือกแข็งของเอทีลีนไกลคอลบริสุทธิ์ (CH_2OCH_2OH) ***(MW=61)*** ซึ่งเป็นสารป้องกันการแข็งตัวของน้ำในหม้อน้ำรถยนต์) มีค่าเท่ากับ $-11.5^{o}C$ และค่าความหนาแน่นของเอทีลีนไกลคอลบริสุทธิ์มีค่าเท่ากับ 1.1088 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และค่าเอนทัลปีของการหลอมเหลวมีค่าเท่ากับ 11.23 kJ/mole

14.1 ***(6 points)*** จงคำนวณหาค่า freezing point depression constant (K_f) ของสารละลายที่มีเอทีลีนไกลคอลเป็นตัวทำละลาย (Solvent)

14.2 ***(4 points)*** จงคำนวณหาค่าจุดเยือกแข็งของสารละลายที่มี 5.0 กรัมของน้ำใน 1 กิโลกรัมของเอทีลีนไกลคอล

14.3 ***(4 points)*** จงคำนวณหาค่าจุดเยือกแข็งของสารละลายที่มี 5.0 กรัมของเอทีลีนไกลคอลใน 1 กิโลกรัมของน้ำ

15. กำหนดให้ สมการเคมีของการเกิดเป็นก๊าซมีเทนและไอน้ำ มีดังนี้

$$3H_2(g) + CO(g) \overset{K_{P_1}}{\Leftrightarrow} CH_4(g) + H_2O(g) \qquad (1)$$

$$\frac{3}{2}H_2(g) + \frac{1}{2}CO(g) \overset{K_{P_2}}{\Leftrightarrow} \frac{1}{2}CH_4(g) + \frac{1}{2}H_2O(g) \qquad (2)$$

15.1 ***(4 points)*** จงแสดงวิธีทำเพื่อหาค่า $\frac{K_{P_2}}{K_{P_1}}$

15.2 ***(10 points)*** ให้ใช้สมการ (1) จงคำนวณหาค่า K_{P_1} ในรูปของ the extent of reaction (ξ) เมื่อกำหนดให้ว่า ณ สภาวะเริ่มต้น จำนวนโมลของ $H_2(g)$ = 3 โมล, จำนวนโมลของ $CO(g)$ = 1 โมล, จำนวนโมลของ $CH_4(g)$ และ $H_2O(g)$ = 0 โมล และความดันของระบบเท่ากับ P

16. ***(8 points)*** จงคำนวณค่า K_P สำหรับปฏิกิริยา $2SO_3(g) \longleftrightarrow 2SO_2(g) + O_2(g)$ เท่ากับ 0.0271 ที่ 298.15 K เมื่อกำหนดค่าเอนทัลปีและเอนโทรปีมาตรฐานไว้ในตารางข้างล่าง และความสัมพันธ์

$$\Delta_r G^\circ = \Delta_r H^\circ - T\Delta_r s^\circ$$

ตารางแสดงค่าเอนทัลปีการเกิดสารและเอนโทรปีมาตรฐาน ณ อุณหภูมิ 25°C ความดัน 1 บาร์

สาร	ΔH_f° (kJ/mol)	Δs° (J/mol K)
$SO_2(g)$	-296.83	248.22
$SO_3(g)$	-395.72	256.76
$O_2(g)$	0	205.138