

Prince of Songkla University

Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering

Examination paper: Final Exam

Semester: 2/2008

Date: February 24, 2009

Time: 09.00 - 12.00

Subject: 230–213 Chemical Engineering Thermodynamics

Room: R 300

**ทฤษฎีในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทฤษฎี
และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา**

ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ 9 หน้า ให้นักศึกษาตรวจสอบความเรียบร้อย เขียนชื่อและรหัสบนข้อสอบทุกหน้าก่อนลงมือทำข้อสอบ

- การสอบเป็นแบบเปิดหนังสือ (Open book) อนุญาตให้นำหนังสือและเอกสารการสอนเข้าห้องสอบได้
- อนุญาตให้นำเครื่องคำนวณและ E-dictionary เข้าห้องสอบได้
- อนุญาตให้ทำข้อสอบด้วยดินสอ (2B ขึ้นไป) ได้
- อนุญาตให้เขียนคำตอบด้านหลังกระดาษได้ กรณีกระดาษคำตอบไม่เพียงพอ
- **ไม่อนุญาตให้หยิบยืมเอกสารและเครื่องคำนวณจากผู้อื่น**
- **ไม่อนุญาตให้นำข้อสอบออกจากห้องสอบ**

Items	Full scores	Your scores
1	20	
2	40	
3	30	
4	30	
5	40	
Total	160	

ดร.สินินาฏ จงคง
ผู้สอนและออกข้อสอบ

1. (20 points) **Estimate** the fugacity of Isobutylene liquid (f^l) at its normal boiling point temperature and 300 bar.

☆ For Isobutylene: $T_c = 417.9$ K, $P_c = 40$ bar, $Z_c = 0.275$, $V_c = 238.9$ cm³ mol⁻¹,

$$T_n = 266.3$$
 K, $\omega = 0.194$

2. (40 points) Determine $\hat{\phi}_1, \hat{\phi}_2, V, H^R, S^R$ and G^R for an equimolar vapor mixture of propane(1) and *n*-pentane(2) at 75°C and 2 bar.

☆ Second virial coefficients (in $\text{cm}^3 \text{mol}^{-1}$) at 75°C are: $B_{11} = -276$, $B_{22} = -809$, $B_{12} = -466$

☆ Characteristic properties of pure species

- Propane(1): $T_c = 369.8 \text{ K}$, $P_c = 42.48 \text{ bar}$, $Z_c = 0.276$, $V_c = 200 \text{ cm}^3 \text{mol}^{-1}$, $\Omega = 0.152$

- *n*-Pentane(2): $T_c = 469.7 \text{ K}$, $P_c = 33.70 \text{ bar}$, $Z_c = 0.270$, $V_c = 313 \text{ cm}^3 \text{mol}^{-1}$, $\Omega = 0.252$

☆ $K_{ij} = 0$

☆ $1 \text{ J} = 10 \text{ cm}^3 \text{bar}$

3. (30 points) The Vapor - Liquid Equilibrium (VLE) system of ethanol(1)/ toluene(2) mixture forms an azeotrope at 35°C for which $x_1^{az} = 0.7490$ and $P^{az} = 308.2$ kPa.

Determine the activity coefficient expressions by Margules equations.

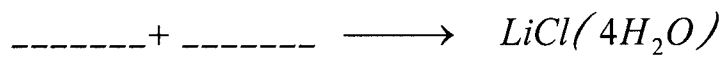
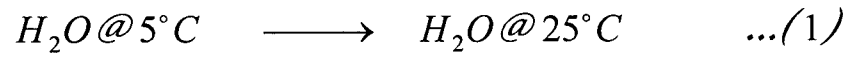
☺ The vapor pressures of ethanol and toluene at 35°C are:

$$P_1^{sat} = 279.6 \text{ kPa}$$

$$P_2^{sat} = 114.7 \text{ kPa}$$

4. (30 points) A 20-mol-% LiCl/H₂O solution at 25°C is made by mixing a 25-mol-% LiCl/H₂O solution at 25°C with chilled water at 5°C. **What is the heat effect** in joules per mole of final solution?

Given : $\Delta H_{H_2O@5^\circ C} = 21.01 \text{ kJ/kg}$ $\Delta H_{H_2O@25^\circ C} = 104.8 \text{ kJ/kg}$



5. (40 points) The excess Gibbs energy for the system chloroform(1)/ethanol(2) at 55°C is well represented by the van Laar equations, written:

$$\frac{G^E}{RT} = \frac{1.193}{1.695x_1 + 0.704x_2} x_1 x_2$$

The vapor pressures of chloroform and ethanol at 55°C are:

$$P_1^{\text{sat}} = 82.37 \text{ kPa} \quad P_2^{\text{sat}} = 37.31 \text{ kPa}$$

- (a) Assuming the validity of Eq. (10.5), make **BUBL P calculations** at 55°C for liquid phase mole fraction (x_1) of 0.25. (20 points)
- (b) For comparison, **repeat** the calculations using Eqs. (14.1) and (14.2) with virial coefficients (in $\text{cm}^3 \text{mol}^{-1}$): $B_{11} = -963$ $B_{22} = -1,523$ $B_{12} = 52$ (20 points)