PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

Midterm Exam	: Semester II	Academic Year	: 2011
Date	: December 22, 2011	Time	: 09:00-12:00
Subject	: Unit Operations I (230-323)	Room	: S817

Name ..... Student ID .....

หมายเหตุ

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 6 ข้อ ในกระดาษคำถาม 9 หน้า (รวมปก)
2. ห้ามการหยิบยืมสิ่งใด ๆ ทั้งสิ้น จากผู้อื่น ๆ เว้นแต่ผู้คุมสอบจะหยิบยืมให้
3. ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อสอบออกจากห้องสอบ
4. ผู้ที่ประสงค์จะออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาสอบ **แต่ต้องไม่น้อยกว่า 30 นาที** ให้ยกมือขออนุญาตจากผู้คุมสอบก่อนจะลุกจากที่นั่ง
5. เมื่อหมดเวลาสอบ ผู้เข้าสอบต้องหยุดการเขียนใด ๆ ทั้งสิ้น
6. ผู้ที่ปฏิบัติเข้าข่ายทุจริตในการสอบ ตามประกาศคณะวิศวกรรมศาสตร์ **มีโทษ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา**
7. ให้นักศึกษาสามารถนำสิ่งต่อไปนี้เข้าห้องสอบได้
   - ☑ ตำรา
   - ☑ หนังสือ
   - ☑ เครื่องคิดเลข
   - ☑ กระดาษ A4
   - ☑ พจนานุกรม
   - ☐ อื่น ๆ (เอกสารทุกชนิด)
8. ให้ทำข้อสอบโดยใช้
   - ☑ ดินสอ
   - ☑ ปากกา

คำถามข้อที่	1	2	3	4	5	6	รวมคะแนน
คะแนนเต็ม	10	15	10	20	10	25	90
คะแนนที่ได้							

ดร.พรศิริ แก้วประดิษฐ์

ผู้ออกข้อสอบ

Name ..... Student ID .....

1. **(10 points)** For a case of mass transfer in a binary mixture system, please

1.1. **(4 points)** Specify all assumptions used that give $D_{AB} = D_{BA}$

1.2. **(6 points)** Prove the result (show the derivation of $D_{AB} = D_{BA}$)

Name ..... Student ID .....

2. **(15 points)** An open beaker (6 cm high), is filled with liquid benzene at 25°C to withing 0.5 cm of the top. Dry air at 25°C and 1 atm is blown across the beaker then the benzene is evaporated as shown in the figure-1 below. The vapor pressure of the benzene at 25°C is 0.131 atm.

2.1. **(8 points)** Determine diffusion coefficient for the benzene in air at 25°C and 1 atm in cm^2/s

2.2. **(7 points)** Find molar flux of the benzene in $mol/cm^2.s$

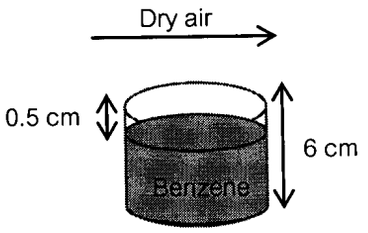


Figure-1

Name ..... Student ID .....

3. **(10 points)** SO_2 is absorbed from air into water in a packed bed tower. At a location in the tower, the mass transfer flux is 0.027 kmol $SO_2/m^2.h$, and the liquid phase mole-fractions in the interface and in the bulk liquid are 0.0025 and 0.0003 respectively. If the diffusivity of SO_2 in water is 1.7×10^{-5} cm^2/s,

3.1. **(6 points)** Determine mass transfer coefficient, k_C in cm/s

3.2. **(4 points)** Determine the corresponding film thickness, B_T in cm

Name ..... Student ID .....

4. **(20 points)** Equilibrium data for a component A is given in Table-1 for a distillation column at 150°C, 2 atm. Mole fractions of the component A are 0.00202 in liquid phase, and 0.046 in vapor phase. Experimental values of the mass transfer coefficients, k_x and k_g are 9.9 kmol/h.m^2 and 0.04 kmol/h.m^2.kPa, respectively.

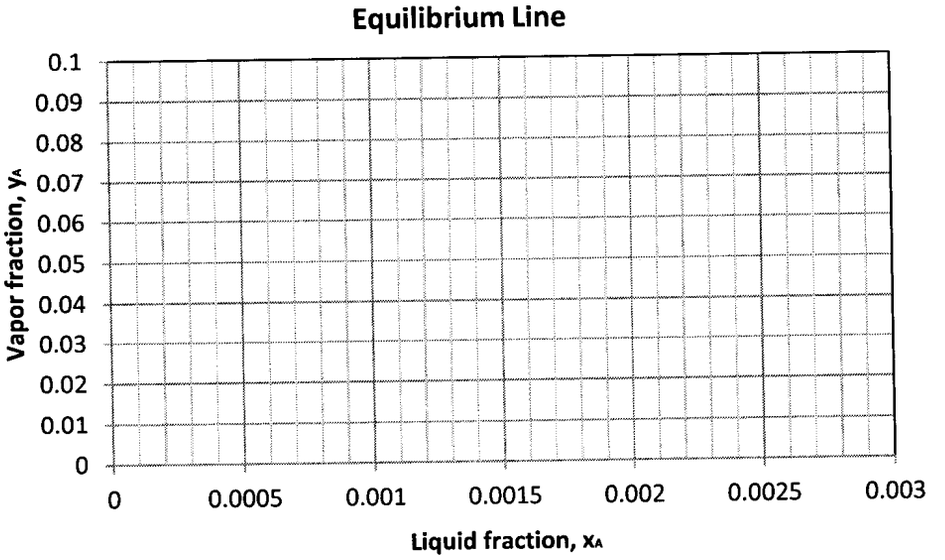
4.1. **(5 points)** Plot equilibrium line and find mole fractions of the component A at equilibrium

4.2. **(10 points)** Determine mass transfer coefficient, k_y and overall coefficient K_x in kmol/h.m^2 if liquid mole fraction of the component A at interface is 0.0015

4.3. **(5 points)** Determine molar flux, in kmol/h.m^2

Table-1: Equilibrium data

Partial pressure, P_A (atm)	Mole fraction in liquid phase, x_A	Mole fraction in vapor phase, y_A
0.038	0.000578	
0.092	0.000866	
0.145	0.001443	
0.17	0.00202	



5. **(10 points)** A wetted – wall column is use to study the evaporation of water into air at a constant temperature 323 K and total system pressure of 1 atm. The column inner diameter is 4 cm and the height is 2 m.

5.1. **(5 points)** Find the maximum bulk velocity in cm/s which give laminar flow

5.2. **(5 points)** Calculate schmidt number, Sc

Name ..... Student ID .....

6. **(25 points)** A single – effect evaporator of the long – tube type is used to concentrate 250 kg/h of 10% NaCl to 25% using steam at 3 atm absolute pressure. The absolute pressure of the evaporator is kept constant at 0.1 atm. Duhring plot for saturated salt solution as shown in Figure-2. Feed is operated at room temperature.

6.1. **(3 points)** Find boiling point elevation (BPE) in ^{o}C of the 25% NaCl solution at 0.1 atm

6.2. **(6 points)** Determine capacity of the evaporator in kg/h

6.3. **(16 points)** Determine the required steam temperature in ^{o}C if steam consumption is 195 kg/h

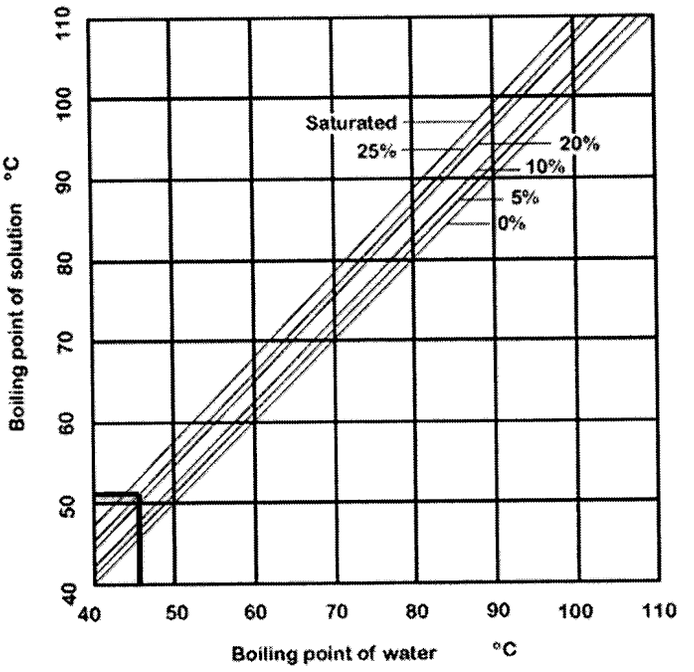


Figure-2: Duhring plot for boiling point of sodium chloride solutions

Assume that Enthalpy of 10% NaCl solution at room temperature is 30 kJ/kg

Enthalpy of 25% NaCl solution at 45.9 and 51^{o}C is 100 and 110 kJ/kg respectively

Name ..... Student ID .....