



PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

Midterm Exam : Semester I Academic Year : 2012
Date : December 18, 2012 Time : 13:30-16:30
Subject : Unit Operations in Chemical Engineering (230-302)
Room : S201

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

หมายเหตุ

- ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ในกระดาษคำถาม 11 หน้า
- ห้ามการหยิบยืมสิ่งใด ๆ ทั้งสิ้น จากผู้อื่น ๆ เว้นแต่ผู้คุมสอบจะหยิบยืมให้
- ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อสอบออกจากห้องสอบ
- ผู้ที่ประสงค์จะออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาสอบ **แต่ต้องไม่น้อยกว่า 30 นาที** ให้ยกมือขออนุญาตจากผู้คุมสอบก่อนจะลุกจากที่นั่ง
- เมื่อหมดเวลาสอบ ผู้เข้าสอบต้องหยุดการเขียนใด ๆ ทั้งสิ้น
- ผู้ที่ปฏิบัติเข้าข่ายทุจริตในการสอบ ตามประกาศคณะวิศวกรรมศาสตร์ **มีโทษ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา**
- ให้ทำข้อสอบโดยใช้ ดินสอ ปากกา
- ห้ามนำ ซีพ/ กระดาษ A4/ สมุดโน้ต และอื่นๆ เข้าห้องสอบ ยกเว้น
 - หนังสือของ McCabe W.L., Smith J.C., Harriot P., Unit Operations of Chemical Engineering, 7th Edition, McGraw-Hill, 2005
 - หนังสือของ จุไรวัลย์ รัตนะพิสิฐ, การถ่ายโอนมวลและหลักปฏิบัติการเฉพาะหน่วย พื้นฐาน, 2546
 - เครื่องคิดเลข และ พจนานุกรม (หรือ talking dictionary)

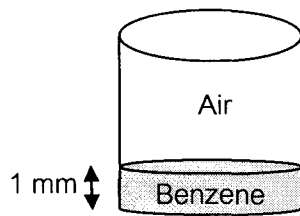
| คำถามข้อที่ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | รวมคะแนน |
|-------------|----|----|----|----|----|----------|
| คะแนนเต็ม | 40 | 38 | 45 | 47 | 30 | 200 |
| คะแนนที่ได้ | | | | | | |

ดร.พรศิริ แก้วประดิษฐ์ ผู้ออกข้อสอบ

1. **(40 points)** Please answer the following questions in Thai
 - 1.1. **(12 points)** Describe Fick's first law (i.e. equation, driving force, etc.), and specify the assumption used
 - 1.2. **(6 points)** Specify the equations used to predict diffusivity (or diffusion coefficient) for gas, liquid and solid (one example each)
 - 1.3. **(10 points)** Describe film theory (i.e. how to apply, equation, assumption, etc.)
 - 1.4. **(12 points)** Describe effect of correction term on molar flux

2. (38 points)

A layer of benzene 1 mm deep lies at the bottom of an open tank 5 mm in diameter. The tank temperature is 295 Kelvin and the diffusivity of benzene in air is $8.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ at this temperature. If the vapor pressure of benzene in the tank is 13.3 kN/m^2 and diffusion may be assumed to take place through a stagnant air film 3 mm thick, how long will it take for the benzene to evaporate? The density of benzene is 880 kg/m^3



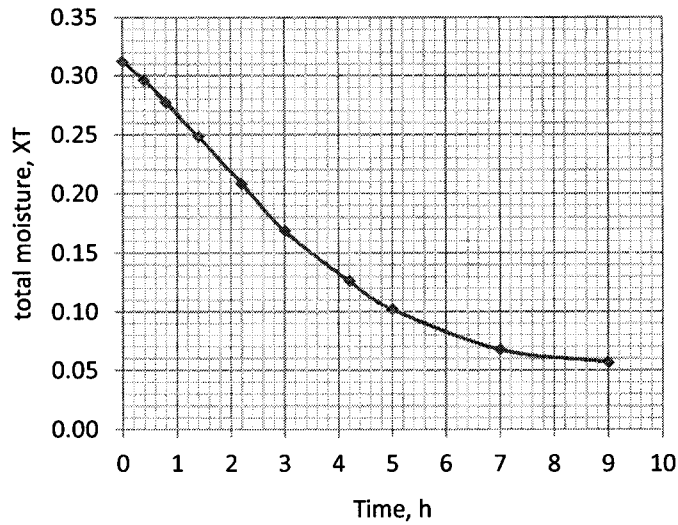
3. (45 points)

A 20% NaOH solutions is to be concentrated to 65% in a single – effect evaporator with a vertical tube 6 m in diameter and 15 m long. The feed rate is 60,000 kg/h at 40°C. The boiling point of water at the absolute pressure in vapor space is 110°C. Steam is available at a gauge pressure of 261.8 lb_f/in².

- 3.1. (10 points) Calculate the evaporator capacity
- 3.2. (30 points) Calculate the evaporator economy
- 3.3. (5 points) Determine boiling point elevation (BPE)

4. (47 points)

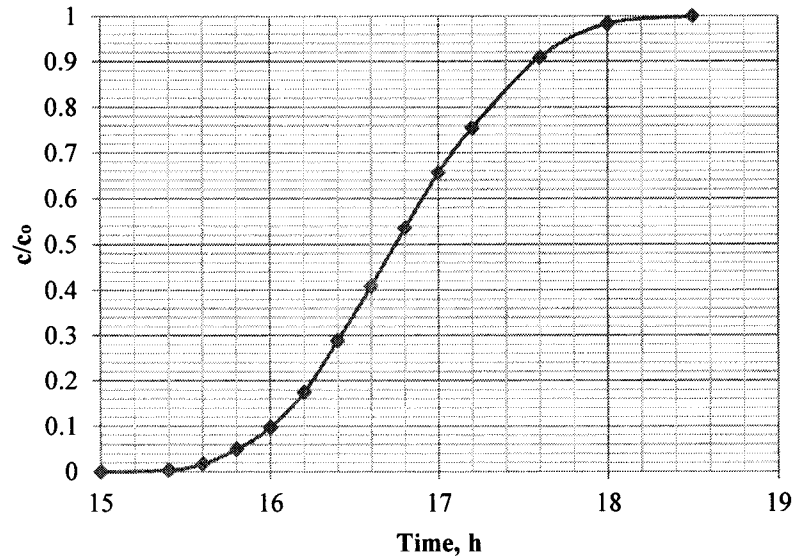
Drying test of fine chemicals has been carried out in an insulated tray. The temperature of the dryer is 60°C. The dry weight of the chemicals is 3.765 kg and the total surface of the solids is 0.186 m². From the experimental results, graph can be plotted as shown below,



- 4.1. (5 points) Please specify that the system is cross – circulation drying or through – circulation drying?
- 4.2. (24 points) Determine equilibrium moisture content (X^*), critical free moisture content (X_c), and drying rate in constant – rate period (R_c , kg/m².h) from graph
- 4.3. (18 points) Calculate drying time to dry the solids from 31.2% to 10% (dry basis)

5. (30 points)

Experimental data for adsorption of water from nitrogen stream with fresh molecular sieve are given at 79°F and 86 psia are plotted as shown in figure below, Nitrogen feed is 29.2 mol/h.ft², and initial moisture content is 1,490 ppm. It is assumed that bulk density of bed is 44.5 lb/ft³, and the bed has a maximum capacity for H₂O of 0.32 lb/lb at that temperature.



- 5.1. (13 points) determine the length of unused bed (ft), if the entire bed length is 1.44 ft
- 5.2. (17 points) determine the saturation capacity (lb H₂O / lb solid)