



PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING

Final Exam : Semester II Academic Year : 2012
Date : February 23, 2013 Time : 13:30-16:30
Subject : Unit Operations I (230-323) Room : R201

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

หมายเหตุ

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 3 ข้อ ในกระดาษคำถาม 8 หน้า
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. ให้ทำข้อสอบโดยใช้ ดินสอ ปากกา
8. ให้นักศึกษาสามารถนำสิ่งต่อไปนี้เข้าห้องสอบได้เท่านั้น
 - หนังสือของ McCabe W.L., Smith J.C., Harriot P., Unit Operations of Chemical Engineering, 7th Edition, McGraw-Hill, 2005
 - หนังสือของ จุไรวัลย์ รัตนะพิสิฐ, การถ่ายโอนมวลและหลักปฏิบัติการเฉพาะหน่วยพื้นฐาน, 2546
 - เครื่องคิดเลข และ พจนานุกรม (หรือ talking dictionary)

คำถามข้อที่	1	2	3	รวมคะแนน
คะแนนเต็ม	50	50	50	150
คะแนนที่ได้				

ดร.พรศิริ แก้วประดิษฐ์ ผู้ออกข้อสอบ

1. (50 points)

A filter cake of $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ is dried from 20.5% (wet basis) to 1.5% (wet basis) in a counter current adiabatic dryer at a rate of 69,530 lb/day of bone-dry solids. The heating air enters at $250^\circ F$, 1 atm with a humidity of 0.002 lb H_2O /lb dry air and leaves at $155^\circ F$. The solid enters the dryer at $85^\circ F$ and leave at $113^\circ F$.

1.1. (5 points) Determine a wet bulb temperature in $^\circ F$ from a given humidity chart (please draw in the chart)

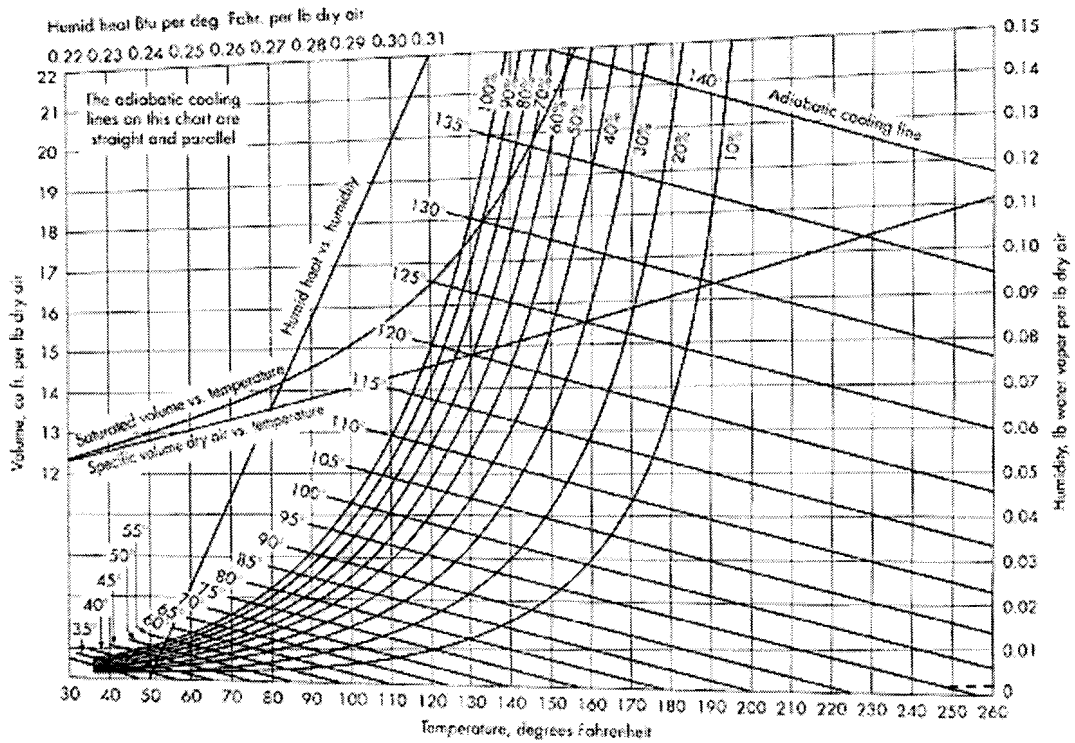


Figure 1 – Humidity or Psychrometric chart for Air-water at 1 atm

1.2. (15 points) Determine C_{pL} , C_{pV} and λ and fulfill the table below

Properties	Appendix in McCabe 7 th ed.	at Temperature ($^\circ F$)	Value
Liquid specific heat (C_{pL})			
Vapor specific heat (C_{pV})			
Latent heat (λ)			

Name Student ID

1.3. (6 points) Determine initial (X_a) and final (X_b) moisture fraction of the filter cake in dry basis

1.4. (21 points) Determine heat transfer rate (q_r) in Btu/h if specific heat of solid is 1.41 Btu/lb. °F

1.5. (3 points) Please specify that the given drying is in constant rate period or falling rate period if critical moisture content is 6% (dry basis)

2. (50 points)

The experimental data has been reported in the table below for water-vapor adsorption from nitrogen in a fixed bed of 4A Molecular sieves for bed depth 0.88 ft, temperature 83°F, pressure 86 psia. The entering gas molar velocity is 29.6 lb-mol N₂/h.ft² and the entering water content is 1,440 ppm.

c_{exit} , ppm	Time, h	c_{exit} , ppm	Time, h
<1	0	808	11.0
1	9.0	1,115	11.5
33	9.6	1,330	12.0
142	10.0	1,440	12.8
365	10.4	1,440	13.0

2.1. (10 points) Please describe the figure below for the adsorption of water-vapor in a fixed bed of 4A Molecular sieve (in Thai)

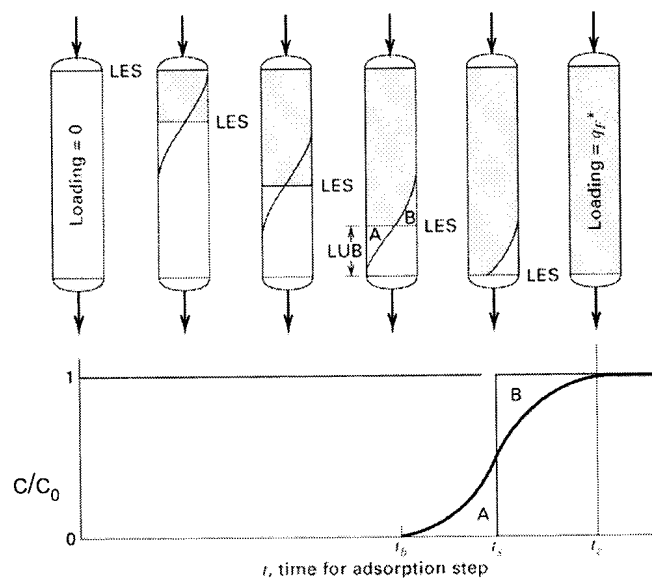
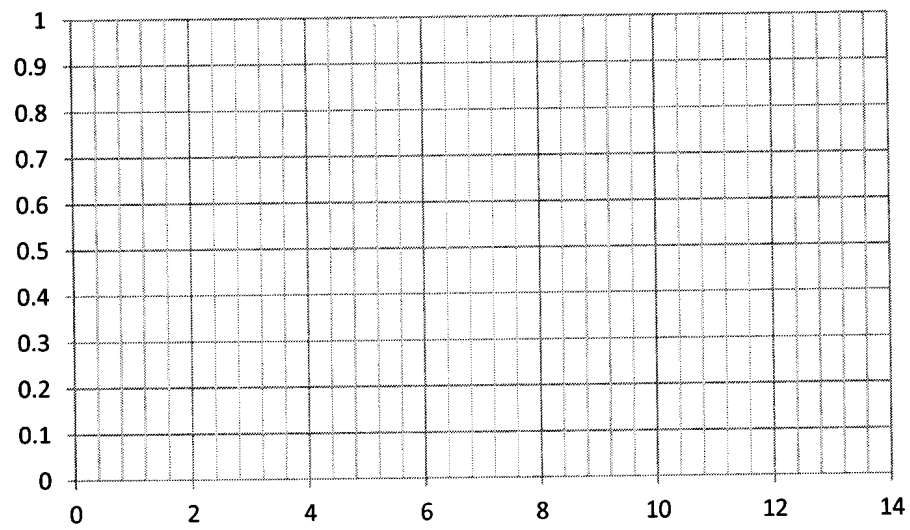


Figure 2 – Breakthrough curve

Name Student ID

2.2. (15 points) Determine length of unused bed in ft (plot breakthrough curve)



Name Student ID

2.3. (25 points) Determine total bed length in ft if breakpoint time is required at 20 h and if initial adsorbent loading is 1 lb H₂O/100 lb solids, equilibrium loading (W_{sat}) is 0.186 lb H₂O/lb solid and bulk density of bed is 44.5 lb/ft³ (at same conditions i.e. temperature, pressure etc.).

3. (50 points)

Feed to the cooling crystallizer is 1,000 lb/h of 30 wt% MgSO₄ in water at 120°F. This solution is cooled to 50°F to form crystals of heptahydrate.

3.1. (30 points) Please fulfill the table below by using material and/or component balance.

	lb/h		
	Feed	Mother liquor	Crystals
H ₂ O			
MgSO ₄			
MgSO ₄ ·7H ₂ O			
Total			

Name Student ID

3.2. (20 points) Determine total heat removed in Btu per 1,000 lb of crystal

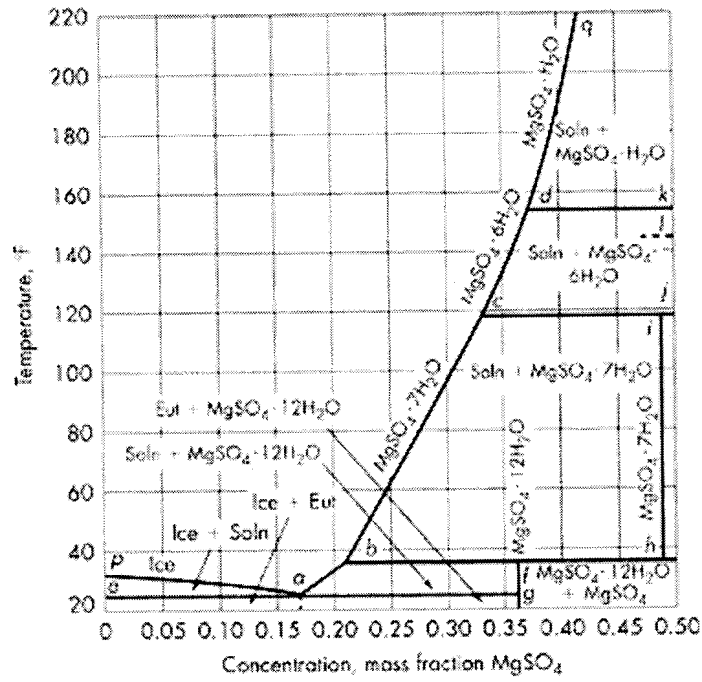


Figure 3 – Phase diagram of MgSO₄

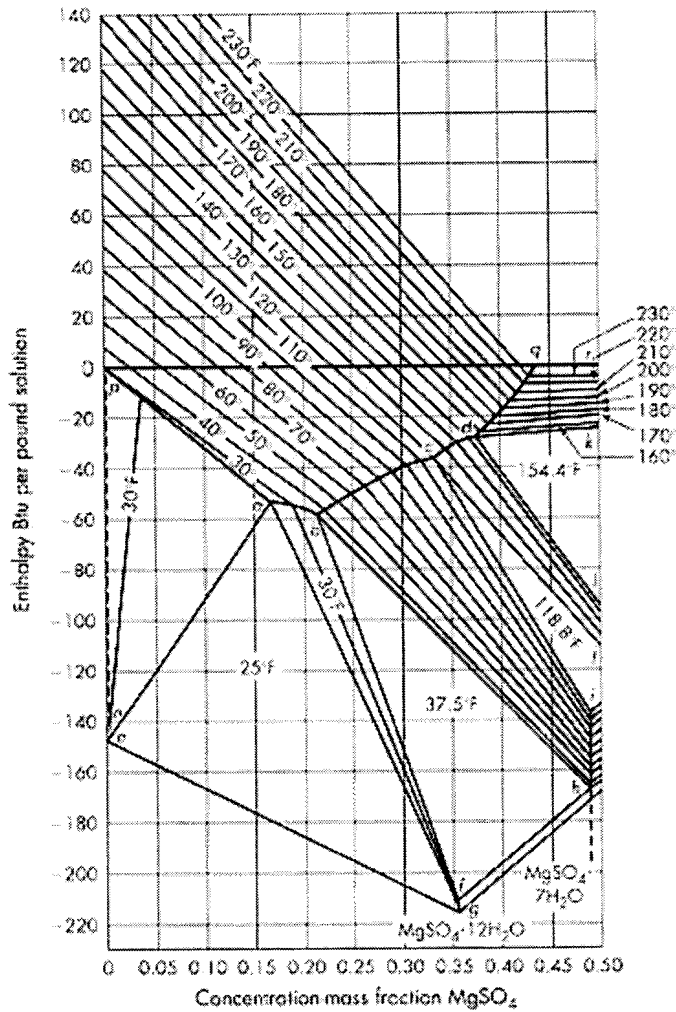


Figure 4 – Enthalpy-Concentration diagram