

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1997/98

Februari 1998

EKC 241 : OPERASI PEMINDAHAN JISIM II

Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat bercetak dan **SATU (1)** mukasurat lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi **LIMA (5)** soalan.

Jawab mana-mana **EMPAT (4)** soalan sahaja.

1. [a] Udara kering pada tekanan atmosfera bergerak ke atas sebuah termometer bebuli-basah yang tertutup dengan penutup yang lembap. Bacaan pada termometer ialah 18.3°C . Kirakan,

[i] Suhu udara kering (5 markah)

[ii] Pemalar pemindahan jisim jika pemalar pemindahan haba ialah $100.0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. (10 markah)

Nombor Schmidt = 0.6, nombor Prandtl = 0.7, muatan haba udara = 1.004 kJ/kg.K , Tekanan wap air = 2107 Pa dan entalpi pemeluwapan ialah 2.456 MJ/kg pada 18.3°C . Pemalar gas semesta = $8.315 \text{ kJ/kg mol. K}$ dan pemalar udara kering = 287 J/kmol.K .

- [b] Jika suhu termometer bebuli-kering arus udara di dalam contoh di atas pada 32.3°C ; manakala suhu bebuli-basah berada tetap pada 18.3°C , kirakan kelembapan nisbi untuk arus bebas pada 32.2°C ialah 0.0342 kg/m^3 .

(Tunjukkan jawapan anda dengan perkiraan).

(10 markah)

1. [a] *Dry air at atmospheric pressure blows across a wet - bulb thermometer which is enclosed in a dampened cover. The thermometer reads a temperature of 18.3°C . Calculate,*

[i] *The temperature of the dry air* (5 marks)

[ii] *The mass transfer coefficient if the heat transfer coefficient is $100.0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.* (10 marks)

Schmidt number = 0.6, Prandtl number = 0.7, air heat capacity = 1.004 kJ/kg K , vapour pressure of water is 2107 Pa and the enthalpy of vaporization is 2.456 MJ/kg at 18.3°C . Universal gas constant is $= 8.315 \text{ kJ/kg mol K}$ and dry air constant is $= 287 \text{ J/kmol.K}$

[b] *If the dry bulb temperature of air stream in above example is at 32.2°C while the wet - bulb temperature remains at 18.3°C, calculate the relative humidity of the air stream where the saturated concentration for the free stream at 32.2°C is 0.0342 kg/m³.*

(Show your answer by calculation).

(10 marks)

2. Untuk menyarikan asid asetik daripada larutan berair, menggunakan isopropil eter, kedua-dua fasa larutan tidak bercampur itu dilalukan berlawanan arus ke dalam turus terpadat yang mempunyai ketinggian 3.5 m dan bergaris pusat 75 mm. Turus berkenaan mempunyai lompong sebanyak 13.7% daripada isipadu turus tersebut. Didapati bahawa, jika 0.5 kg/m².s eter tulen itu digunakan untuk menyarikan 0.25 kg/m².s bagi 4.0% (nisbah jisim) asid, fasa eter meninggalkan turus berkenaan dengan kepekatan sebanyak 1.0% (nisbah jisim) asid. Kirakan:

[a] Bilangan bagi unit pemindahan keseluruhan berdasarkan pada fasa rafinat.

(10 markah)

[b] Pemalar penyarian keseluruhan berdasarkan pada fasa rafinat.

(15 markah)

Hubungan equilibrium diberi sebagai % jisim asid di dalam isopropil fasa eter = 0.3 kali % jisim asid di dalam fasa air.

2. *In order to extract acetic acid from an aqueous solution, with isopropyl ether, the two immiscible phases are passed countercurrently through a packed column 3.5m in length and 75 mm in diameter with the voidage of 13.7% of the total volume of the column. It is found that if 0.5 kg/m².s of the pure ether is used to extract 0.25 kg/m².s of 4.0% acid by weight, then the ether phases leaves the column with a concentration of 1.0% acid by weight. Calculate :*

[a] *The number of overall transfer units based on the raffinate phase.*

(10 marks)

[b] *The overall extraction coefficient based on the raffinate phase.*

(15 marks)

...4/-

The equilibrium relationship is given by wt% acid in isopropyl ether phase = 0.3 times the wt% acid in the water phase.

3. [a] Tekanan dan suhu udara di dalam bilik adalah 101.3 kN/m^2 dan 301K , peratus relatif kelembapan diberi sebagai 30%. Jika tekanan separa wap air apabila udara berkenaan tepu dengan wap pada suhu 301K ialah 3.8 kN/m^2 , kirakan:
- [i] Tekanan separa wap air di dalam bilik dan titik embun.
 - [ii] Isipadu tentu udara dan wap air.
 - [iii] Kelembapan udara.
 - [iv] Peratusan kelembapan.

(12 markah)

- [b] Satu bahan yang basah, mengandungi 70% lembapan, dikeringkan pada kadar 0.15 kg/s di dalam pengering arus berlawanan untuk menghasilkan produk yang mengandungi 5% lembapan (kedua-duanya berdasarkan asas basah). Media pengering berkenaan terdiri daripada udara yang dipanaskan kepada 373K dan mengandungi wap air yang bertekanan separa 1.0 kN/m^2 udara tersebut meninggalkan pengering berkenaan pada suhu 313 K dan 70% tertepu. Kirakan berapa banyak udara yang diperlukan untuk menghasilkan lembapan tersebut. Tekanan wap untuk air pada 313 K boleh diambil kira sebagai 7.4 kN/m^2 .

(13 markah)

3. [a] *The pressure and temperature of air in a room are 101.3 kN/m^2 and 301 K respectively, the percentage relative humidity being 30%. If the partial pressure of water vapour when the air is saturated with vapour at 301 K is 3.8 kN/m^2 , calculate :*

- [i] *The partial pressure of water vapour in the room and the dew point.*
- [ii] *The specific volumes of the air and water vapour.*
- [iii] *The humidity of the air.*
- [iv] *The percentage humidity.*

(12 marks)

[b] *Wet material, containing 70% moisture, is to be dried at the rate of 0.15 kg/s in a countercurrent dryer to give a product containing 5% moisture (both on the wet basis). The dryer medium consists of air heated to 373 K and containing water vapour equivalent to a partial pressure of 1.0 kN/m². The air leaves the dryer at 313 K and 70% saturated. Calculate how much air will be required to remove the moisture. The vapour pressure of water at 313 K may be taken as 7.4 kN/m².*

(13 marks)

4. [a] 5% nisbah jisim asetaldehid berada di dalam larutan toluena, disarikan dengan menggunakan air di dalam lima-peringkat unit arus sepaksi. Jika 25 kg air digunakan bagi setiap 100 kg suapan; cari:

[i] Bilangan asetaldehid tersari, dan

(6 markah)

[ii] Kepekatan terakhir

(6 markah)

Jika $Y_e = \text{kg asetaldehid/kg air}$ dan $X_e = \text{kg asetaldehid/kg toluena}$, bermakna $Y_e = 2.20 X_e$ mewakili hubungan equilibria.

[b] 160 m³/s pelarut S digunakan untuk menyarikan 400 cm³/s 10% nisbah jisim larutan A di dalam B, menggunakan 3 peringkat penyarian cecair-cecair berbilang sentuhan yang berlawanan arus.

[i] Apakah komposisi bagi rafinat terakhir

[ii] Dengan menggunakan jumlah bilangan pelarut yang sama, teragih sama rata di antara ketiga-tiga peringkat, apakah komposisi rafinat terakhir jika menggunakan kelengkapan berbilang sentuhan yang mempunyai susunan ringkas?

(13 markah)

Data equilibria:

kg A/kg B:	0.05	0.1	0.15
kg A/kg S:	0.069	0.159	0.258
Ketumpatan	$\rho_A = 1200$	$\rho_B = 1000$	$\rho_S = 800 \text{ Kg/m}^3$

4. [a] Acetaldehyde 5wt% is in solution in toluene and is to be extracted with water in a five - stage cocurrent unit. If 25 kg of water is used per 100kg feed, find :

[i] The amount of acetaldehyde extracted, and (6 marks)

[ii] The final concentration. (6 marks)

If $Y_e = \text{kg acetaldehyde} / \text{kg water}$ and $X_e = \text{kg acetaldehyde} / \text{kg toluene}$, then $Y_e = 2.20 X_e$ represents the equilibrium relation.

- [b] 160 cm³/s of a solvent S is used to treat 400 cm³/s of a 10% by weight solution of A in B, in a three-stage countercurrent multiple contact liquid-liquid extraction plant.

[i] What is the composition of the final raffinate?

[ii] Using the same total amount of solvent, evenly distributed between the three stages, what would be the composition of the final raffinate if the equipment were used in a simple multiple contact arrangement?

(13 marks)

Equilibrium data:

kg A/kg B:	0.05	0.1	0.15
kg A/kg S:	0.069	0.159	0.258
Densities:	$\rho_A = 1200$	$\rho_B = 1000$	$\rho_S = 800 \text{ kg/m}^3$

5. Aliran hidrogen pada suhu 300 K dan tekanan atmosfera mempunyai titik embun 275 K. Aliran berkenaan dilembapkan seterusnya dengan menambah kepadanya (melalui muncung) stim tepu pada 240 kN/m² pada kadar 1 kg stim kepada 30 kg suapan hidrogen. Apakah

- [i] suhu aliran paduan berkenaan? (12 markah)
- [ii] kelembapan aliran paduan berkenaan? (13 markah)

Data diberikan:

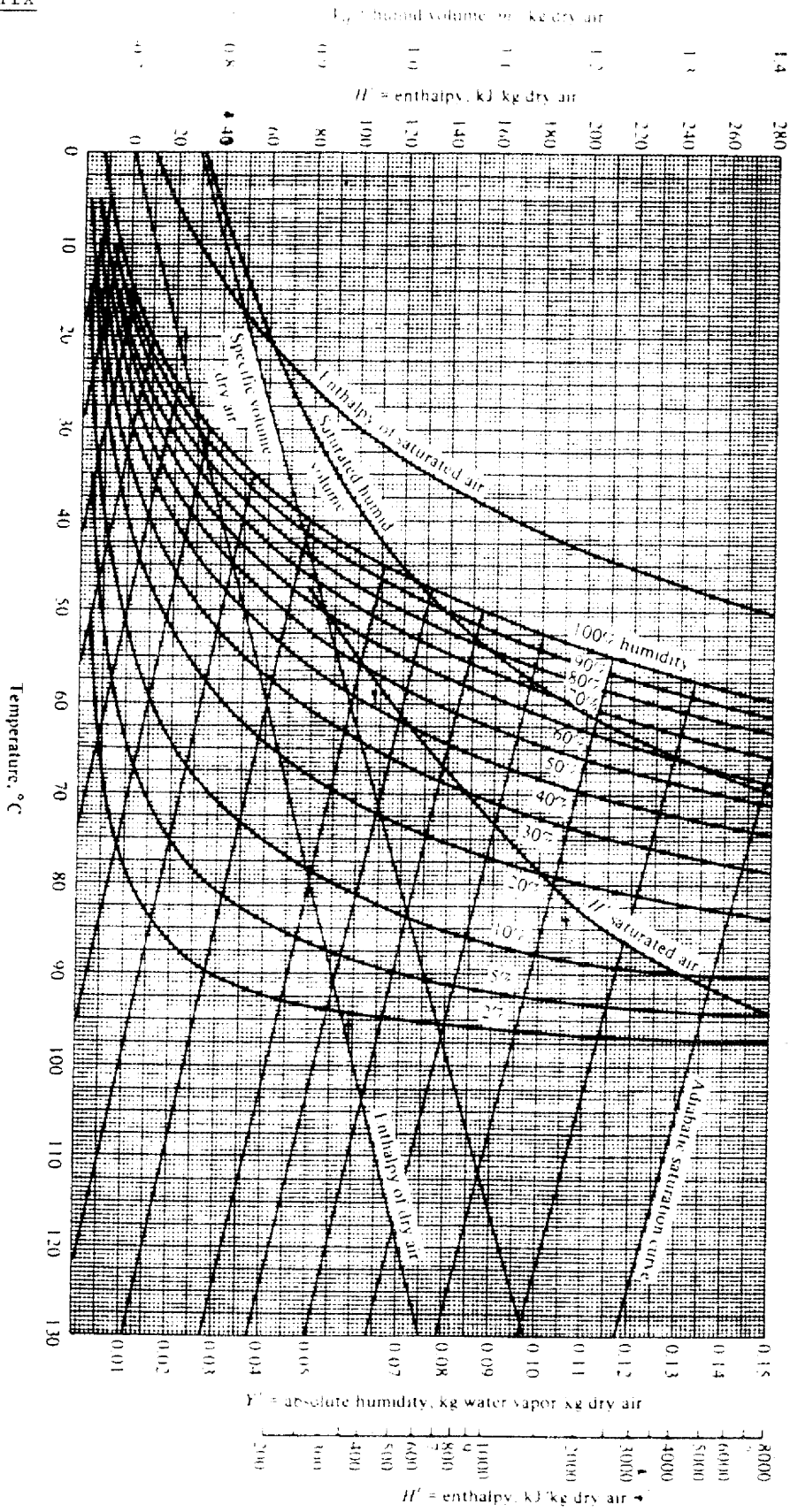
Pada 275 K tekanan wap air ialah 0.72 kN/m^2
 Pemalar gas semesta ialah $8.314 \text{ kJ/kg mol K}$
 Pada 275 K, haba pendam air ialah 2490 kJ/kg
 Pada tekanan 240 kN/m^2 , stim tertepu pada 400 K di mana pada suhu tersebut,
 haba pendam ialah 2185 kJ/kg .
 Haba tentu air ialah 4.18 kJ/kg K
 Air mempunyai tekanan wap sebanyak 1.113 kN/m^2 pada 281 di mana pada suhu
 tersebut haba pendam ialah 2477 kJ/kg .

5. *A hydrogen stream at 300 K and atmospheric pressure has a dew point of 275 K. It is to be further humidified by adding to it (through nozzle) saturated steam at 240 kN/m^2 at the rate of 1 kg steam to 30 Kg of hydrogen feed. What will be*
- [i] *the temperature of the resultant stream?* (12 marks)
- [ii] *the humidity of the resultant stream?* (13 marks)

Given data:

*At 275 K the vapour pressure of water is 0.72 kN/m^2
 Universal gas constant is $8.314 \text{ kJ/kg mol K}$
 At 275 K the latent heat of water is 2490 kJ/kg
 At 240 kN/m^2 pressure, steam is saturated at 400 K at which temperature the
 latent heat is 2185 kJ/kg .
 Water heat capacity is 4.18 kJ/kg K .
 Water has a vapour pressure of 1.113 kN/m^2 at 281 K at which the latent heat is
 2477 kJ/kg .
 The mean specific heat of hydrogen is 14.6 kJ/kg K
 Specific heat of water vapour is 2.01 kJ/kg K .*

Appendix



Psychrometric chart for air-water vapor, 1 std atm abs, in SI units.