

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 1997/98

September 1997

**EKC 240/231 Operasi Pemindahan Jisim I**

Masa: [3 jam]

---

**ARAHAN KEPADA CALON:**

Sila pastikan soalan peperiksaan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi **ENAM (6)** soalan.

Jawab **EMPAT (4)** soalan sahaja. Pilih **DUA (2)** soalan dari **Bahagian A** dan **DUA (2)** soalan dari **Bahagian B**.

Anda **DIMESTIKAN** menjawab soalan dari **Bahagian A** dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

**BAHAGIAN A**

Jawab mana-mana **DUA (2)** soalan. Answer any of **TWO (2)** questions.

1. Satu turus penyulingan berterusan menyulingkan satu campuran yang mengandungi 40% benzen dan 60% toluen pada kadar 4 kg/s dan memisahkannya kepada produk yang mengandungi 97% benzen pada produk atas dan 98% toluen pada produk bawah. Suapan adalah cecair pada titik didihnya. Kesemua peratusan yang diberi adalah merujuk kepada peratusan berat.

*A continuous distillation column treats a mixture consisting of 40% of benzene and 60% of toluene at the rate of 4 kg/s and separates it into a product containing 97% of benzene at the top product and 98% of toluene at the bottom product. The feed is liquid at its boiling point. All % are by weight.*

- [a] Kirakan berat produk atas dan produk bawah perunit masa.  
*Calculate the weight of top product and bottom product per unit time.*  
(5 markah)
- [b] Jika pada nisbah refluks 3.5, bilangan sebenar plat ialah 14, tentukan kecekapan plat berkenaan.

*If at a reflux ratio of 3.5, the actual no of plates is 14, determine the efficiency of the plate.*

(20 markah)

Diberi data keseimbangan:  
*Given equilibrium data:*

Nisbah molar benzen dalam cecair <i>Mol fraction of benzene in liquid</i>	Nisbah molar benzen dalam wap <i>Mol fraction of benzene in vapor</i>
0.1	0.22
0.2	0.38
0.3	0.53
0.4	0.63
0.5	0.70
0.6	0.78
0.7	0.85
0.8	0.91
0.9	0.96

...3/-

2. Satu campuran air dan ethanol mengandung 0.16 nisbah molar alkohol disulingkan berterusan di dalam satu plat turus berperingkat untuk menghasilkan produk yang mengandung 0.77 nisbah molar alkohol dan sisa yang mengandung 0.02 nisbah molar alkohol. Adalah dicadangkan untuk mengeluarkan 25% dari alkohol pada suapan sebagai hasil sampingan yang mempunyai 0.5 nisbah molar alkohol. Suapan adalah cecair pada titik didihnya dan nisbah refluks yang digunakan ialah 2.

*A mixture of water and ethanol containing 0.16 mol fraction alcohol is continuously distilled in a plate fractionating column to give a product containing 0.77 mol fraction alcohol and a waste of 0.02 mol fraction alcohol. It is proposed to withdraw 25% of the alcohol in the entering stream as a side stream with a mol fraction of 0.5 alcohol. The feed is liquor at the boiling point and reflux ratio of 2 is used.*

Tentukan *Determine:*

- [a] . Bilangan plat yang diperlukan secara teori.  
*No of theoretical plates required.*
- [b] Plat dimana suapan memasuki turus.  
*The plate in which the feed enters the column.*
- [c] Plat dimana hasil sampingan sepatutnya dikeluarkan dari turus.  
*The plate at which the side stream should be withdrawn.*

Diberi data keseimbangan:

Given equilibrium data:

Nisbah molar alkohol dalam cecair <i>Mol fraction alcohol in liquid</i>	Nisbah molar alkohol dalam wap <i>Mol fraction alcohol in vapor</i>
0.019	0.170
0.072	0.389
0.100	0.440
0.124	0.470
0.166	0.510
0.234	0.545
0.261	0.558
0.327	0.583
0.397	0.612
0.508	0.656
0.520	0.660
0.573	0.684
0.676	0.739
0.747	0.782
0.890	0.890

(25 markah)

3. Bijirin mengandungi 30% nisbah berat minyak, disarikan dengan loji arus berlawanan, dan 95% minyak di perolehi di dalam larutan yang mengandungi 50% nisbah berat minyak. Jika bijirin disarikan dengan menggunakan pelarut segar dan 1 kg larutan dikeluarkan di aliran bawah bersama setiap 2 kg bahan tak larut, berapakah bilangan peringkat ideal yang diperlukan.

*Seeds, containing 30% by weight of oil, are extracted in a counter current plant, and 95% of the oil is recovered in a solution containing 50% by weight of oil. If the seeds are extracted with fresh solvent and 1 kg of solution is removed in the underflow in association with every 2 kg of insoluble matter, how many ideal stages are required.*

(25 markah)

...5/-

**BAHAGIAN B**

Jawab mana-mana **DUA (2)** soalan. *Answer any TWO (2) question.*

4. [a] Terbitkan satu ungkapan yang menghubungkan antara pekali keseluruhan pemindahan jisim  $K_G$  dan  $K_L$  dengan setiap individu pekali filem  $k_g$  dan  $k_L$ .

*Derive an expression relating overall mass transfer coefficients  $K_G$  and  $K_L$  with individual film coefficients  $k_g$  and  $k_L$ .*

(5 markah)

- [b] Dalam satu penyerap gas pengaliran berlawanan, terbitkan ungkapan bagi ketinggian turus berdasarkan keadaan-keadaan filem gas berkenaan.

*In a counter current gas absorber derive an expression for the height of the column based on the conditions of the gas film.*

(7 markah)

- [c] Amonia dikeluarkan dari campuran 10% amonia-udara dengan menyentuhkannya dengan air menggunakan menara penyendat supaya 99.9% dari amonia berkenaan dikeluarkan. Apakah ketinggian menara yang diperlukan.

*Ammonia is removed from a 10% ammonia-air mixture by scrubbing with water in a packed tower so that 99.9% of the ammonia is removed. What is the required height of the tower?*

(13 markah)

Gas masuk *Entering gas* :  $1.2 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$   
 Kadar aliran air *Water rate* :  $0.94 \text{ kg/m}^2$   
 $K_{Ga}$  :  $0.0008 \text{ kmol/s} \cdot \text{m}^2 \text{ (kN/m}^2\text{)}$   
 Jumlah tekanan *Total Pressure* : 1 atm

Data keseimbangan bagi sistem  $\text{NH}_3$ -Udara-Air  
*Equilibrium Data of  $\text{NH}_3$ -Air-Water system.*

kmol $\text{NH}_3$ /kmol air <i>kmol <math>\text{NH}_3</math>/kmol water</i>	0.021	0.031	0.042	0.053	0.079	0.106	0.159
Tekanan separa bagi $\text{NH}_3$ mm Hg <i>Partial Pressure of <math>\text{NH}_3</math> mm Hg</i>	12	18.2	24.9	31.7	50.00	69.6	114.0

...6/-

5. [a] Dalam campuran 2 gas A dan B, komponen A menyerap ke arah antara muka dan komponen B adalah tidak bergerak.

*In a mixture of two gases A and B component A is diffusing towards the interface and component B is stationary.*

- [i] Lukiskan diagram yang menunjukkan kecerunan kepekatan dalam sistem berkenaan.

*Draw a diagram showing the concentration gradients in the system.*

(4 markah)

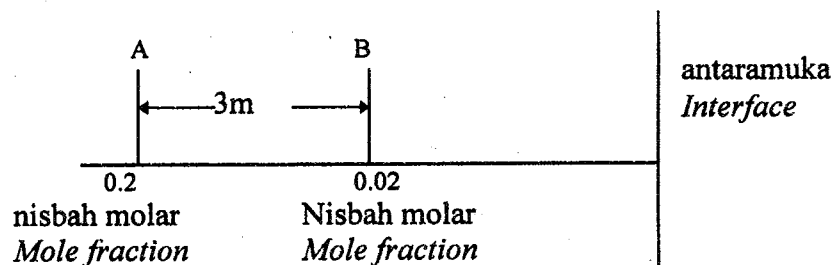
- [ii] Terbitkan ungkapan bagi bilangan molar A yang menyerap per unit luas per unit masa ( $\text{mols/m}^2 \cdot \text{s}$ ).

*Derive an expression for the number of moles of A diffusing per unit area/per unit time ( $\text{mols/m}^2 \cdot \text{s}$ ).*

(6 markah)

- [b] Karbon dioksida menyerap melalui nitrogen pada 1 atm dan  $0^\circ\text{C}$  dalam penyerap aliran berlawanan yang mempunyai molar yang sama. Pada 2 titik A dan B pada arah penyerapan, kepekatan  $\text{CO}_2$  adalah seperti yang ditunjukkan dalam gambarajah Q4.

*Carbon dioxide is diffusing through nitrogen at 1 atm and  $0^\circ\text{C}$  in equimolar counter diffusion. At two points A and B in the direction of diffusion the concentration of  $\text{CO}_2$  are as shown as in Fig. Q4.*



Gambarajah Figure Q4

...7/-

Kecerunan kepekatan boleh diandaikan tetap. Kemerresapan  $D_v = 0.144 \text{ cm}^2/\text{s}$ . Kirakan

*The concentration gradient may be assumed constant. The diffusivity  $D_v = 0.144 \text{ cm}^2/\text{s}$ . Calculate*

[i] Fluk molar bagi  $\text{CO}_2$  dalam  $\text{kg.mol}/\text{m}^2.\text{hr}$   
*Molar flux of  $\text{CO}_2$  in  $\text{kg.moles}/\text{m}^2.\text{hr}$*  (5 markah)

[ii] Net fluk jisim dalam  $\text{kg}/\text{m}^2.\text{hr}$   
*Net mass flux in  $\text{kg}/\text{m}^2.\text{hr}$*  (10 markah)

6. [i] Dari analisis dimensi, terbitkan persamaan tanpa dimensi yang menghubungkan angkubah-angkubah yang berhubungan kepada pemindahan jisim.

*From dimensional analysis derive a dimensionless equation relating the variables pertinent to mass transfer.*

(6 markah)

[ii] Bincangkan kepentingan nombor Sherwood dan Nombor Schmidt.

*Discuss the significance of Sherwood Number and Schmidt Number.*

(4 markah)

[iii] [a] Sfera kecil bagi pepejal asid benzoic dilarutkan ke dalam air di sebuah tangki teraduk. Seandainya nombor Sherwood adalah hampir tetap pada nilai 4, tunjukkan bagaimana masa bagi pelarutan lengkap berubah dengan saiz awalan zarah.

*Small spheres of solid benzoic acid are dissolved in water in an agitated tank. If the Sherwood number is nearly constant at a value of 4 show how the time for complete dissolution varies with the initial size of particles.*

(10 markah)

...8/-

- [b] Bagi sistem di dalam bahagian [a], berapa lamakah masa yang diperlukan untuk melarutkan secara lengkap zarah bersaiz  $100\ \mu\text{m}$  di dalam air tulen?

*For the system in part [a] how much time will be required to completely dissolve  $100\ \mu\text{m}$  particles in pure water?*

(5 markah)

Data:

Suhu *Temperature*  $25^\circ\text{C}$

Sifat-sifat asid benzoic *Properties of Benzoic Acid*

Ketbolehlaturan *Solubility*  $0.43\text{g}/100\text{gH}_2\text{O}$

$D_0 = 1.21 \times 10^{-5}\ \text{cm}^2/\text{s}$

Berat molekul *Molecular weight* =  $122.12\text{g}$

Ketumpatan *Density* =  $1.265\ \text{g}/\text{cm}^3$ .

-0000000-