

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2002/2003

Februari/Mac 2003

**EKC 211 – Operasi Pemindahan Jisim I**

Masa : 3 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TUJUH mukasurat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan. Jawab EMPAT soalan.  
Jawab mana-mana DUA soalan dari Bahagian A dan mana-mana DUA soalan dari Bahagian B.

Para pelajar boleh menjawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia. Jika anda ingin menjawab dalam Bahasa Inggeris, anda hendaklah menjawab sekurang-kurangnya SATU soalan dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

BAHAGIAN A Jawab mana-mana DUA soalan dari Bahagian A.

SECTION A Answer any TWO questions from Section A.

1. [a] Perkenalkan kesan aliran pukal di dalam Hukum Fick untuk pemindahan jisim komponen A melalui satu saput genang nipis komponen B. Dengan itu, dapatkan pekali pemindahan jisim bagi satu campuran cair bagi A dan campuran yang lebih pekat bagi A.

[10 markah]

- [b] Sulfur dioksida diserap daripada udara ke dalam air melalui satu turus penyerapan terpadat yang beroperasi pada tekanan atmosfera. Pada satu lokasi yang tertentu dalam turus tersebut, fluks pemindahan jisimnya ialah  $0.027 \text{ kmol SO}_2/\text{m}^2 \text{ jam}$  dan pecahan mol untuk fasa-cecair pada antara muka dua fasa dan pada cecair pukal masing-masing ialah  $0.0025$  dan  $0.0003$ . Jika kemeresapan untuk  $\text{SO}_2$  di dalam air ialah  $1.7 \times 10^{-5} \text{ sm/s}$ , tentukan pekali pemindahan jisim dan ketebalan saput tersebut.

Diberi Hukum Henry,  $C = H_A P_A$

Untuk larutan cair  $H_A = 5.54 \times 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{atm.sm}^3}$

[15 markah]

1. [a] *Introduce the bulk flow effect in Fick's Law for mass transfer of component A through a thin stagnant film of component B. Hence deduce the mass transfer coefficients for a dilute mixture in A and more concentrated mixture in A.*

[10 marks]

- [b] *Sulfur dioxide is absorbed from air into water, in a packed absorption tower operating at atmospheric pressure. At a certain location in the tower, the mass transfer flux is  $0.027 \text{ kmol SO}_2/\text{m}^2 \text{ hr}$  and the liquid-phase mole fractions are  $0.0025$  and  $0.0003$ , respectively at the two phase interface and the bulk liquid. If the diffusivity of  $\text{SO}_2$  in water is  $1.7 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$ , determine the mass transfer coefficient and the film thickness.*

Given Henry's Law,  $C = H_A P_A$

for dilute solution  $H_A = 5.54 \times 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{atm.cm}^3}$

[15 marks]

...3/-

2. [a] Tunjukkan untuk penyulingan kilat perduaan,

$$y = \frac{1-f}{f} x + \frac{X_F}{f} \text{ (Formula ini untuk garis } q \text{)}$$

di mana,  $y$  = pecahan mol dalam wap untuk komponen yang lebih meruap.

$x$  = pecahan mol dalam cecair untuk komponen yang lebih meruap.

$X_F$  = pecahan mol dalam suapan untuk komponen yang lebih meruap.

$f = \frac{V}{F}$  pecahan untuk suapan yang menjadi wap.

[10 markah]

- [b] Suatu campuran cecair yang mengandungi 40% mol n-heptana dan 60% mol n-oktana yang mempunyai kemeruapan nisbi  $\alpha = 2.11$  dimasukkan ke dalam satu penyulingan kilat. Wap dan cecair dianggap berada dalam keadaan keseimbangan. Jika 60% mol suapan itu disejatkan, kirakan komposisi untuk sulingan dan bakinya.

[15 markah]

2. [a] Show for a binary flash distillation,

$$y = \frac{1-f}{f} x + \frac{X_F}{f} \text{ (The equation for } q \text{ line)}$$

where,  $y$  = mole fraction of more volatile component in the vapor

$x$  = mole fraction of more volatile components in the liquid.

$X_F$  = mole fraction of more volatile component in the feed.

$f = \frac{V}{F}$  the fraction of the feed that is vaporized.

[10 marks]

- [b] A liquid mixture containing 40 mol% n-heptane and 60 mol% n-octane of relative volatility  $\alpha = 2.11$  is subjected to flash distillation. The vapor and the liquid are assumed to be in equilibrium. If 60 mol% of the feed is distilled, compute the composition of the distillate and the residue.

[15 marks]

...4/-

3. [a] Huraikan secara ringkas untuk setiap yang berikut:

[i] Nisbah jumlah refluks [3 markah]

[ii] Nisbah refluks optimum [4 markah]

[iii] Nisbah refluks operasi [3 markah]

[b] 100 mol per jam suatu suapan yang mengandungi 40%mol hexana dan 60% mol oktana diperlukan untuk disejatkan dalam suatu turus yang mengandungi satu pot penyulingan, satu plat dan satu pemeluwap separa. Suapan berada dalam bentuk campuran cecair pada takat didihnya, ia disuapkan ke dalam pengulang didih yang mana bakinya dikembalikan ke plat. Hasil sulingan itu mengandungi 80% mol hexana dan nisbah aliran refluks cecair kepada aliran sulingan ialah 2. Kirakan komposisi bahagian bawah dan mol hasil sulingan per jam.

Diberi kemeruapan nisbi,  $\alpha = 6$  [15 markah]

3. [a] Write a short note on each of the followings:

[i] Total reflux ratio [3 marks]

[ii] Optimum reflux ratio [4 marks]

[iii] Operating reflux ratio [3 marks]

[b] 100 moles per hour of a feed containing 40 mol% hexane and 60 mol% octane is to be distilled in a column, consisting of a still pot, a plate and a partial condenser. The feed is a liquid mixture at its boiling point, fed into the reboiler from which a residue is returned to the plate. The distillate contains 80 mol% hexane and the ratio of the liquid reflux flow to the distillate flow is 2. Calculate the bottom composition and moles of distillate per hour.

Given the relative volatility,  $\alpha = 6$  [15 marks]

...5/-

**BAHAGIAN B** Jawab mana-mana DUA soalan dari bahagian ini.

**SECTION B** Answer any TWO questions from this section.

4. [a] Kirakan komposisi keseimbangan wap dan cecair untuk satu campuran benzena-toluena pada 95°C dan 101 kPa, dengan menggunakan Hukum Raoult. Tekanan wap untuk benzena dan toluena tulen pada 95°C masing-masing ialah 155.7 kPa dan 63.3 kPa.

[5 markah]

- [b] Suatu menara dulang perlu direkabentuk untuk menyerap SO<sub>2</sub> daripada aliran udara dengan menggunakan air pada 20°C. Gas yang masuk mengandungi 20% SO<sub>2</sub> dan ia perlu dikurangkan sehingga ke 2% mol apabila meninggalkan menara pada jumlah tekanan sebanyak 101 kPa. Kadar aliran udara lengai (bebas daripada SO<sub>2</sub>) ialah 150 kg/jam.m<sup>2</sup> dan kadar aliran air yang masuk ialah 6000 kg/jam.m<sup>2</sup>. Anggapkan kecekapan dulang keseluruhan ialah 25%, kirakan nombor dulang teori dan dulang teori sebenar yang diperlukan.

Data keseimbangan untuk sistem SO<sub>2</sub>-Air pada 20°C

Pecahan mol SO <sub>2</sub> dalam cecair, x <sub>A</sub>	0.0014	0.00196	0.00279	0.0042	0.00698	0.0138
Pecahan mol SO <sub>2</sub> dalam wap, y <sub>A</sub>	0.0342	0.0513	0.0775	0.121	0.212	0.443

[16 markah]

- [c] Anda telah selesai merekabentuk dan melaporkan nombor dulang sebenar yang diperlukan kepada pihak pengurusan. Walaubagaimanapun pihak pengurusan memutuskan untuk membina turus terpadat menggantikan menara dulang kerana banyak kuantiti pengulas pelana Berl jenis 1 inci terdapat dalam loji tersebut. Pihak pengeluar pengalas melaporkan bahawa nilai HETP sebanyak 1.8 m untuk pengalas adalah sesuai bagi menyerap SO<sub>2</sub> dengan air. Kirakan ketinggian untuk turus terpadat tersebut.

[4 markah]

4. [a] Calculate the equilibrium vapor and liquid composition for a mixture of benzene-toluene at 95°C and 101 kPa, using Raoult's Law. The vapor pressure of pure benzene and toluene at 95°C is 155.7 kPa and 63.3 kPa respectively.

[5 marks]

- [b] It is required to design a tray tower to absorb SO<sub>2</sub> from an air stream by using pure water at 20°C. The entering gas contains 20 mol% SO<sub>2</sub> is to be reduced to 2 mole% while leaving the tower at a total pressure of 101 kPa. The inert air flow rate (SO<sub>2</sub> free) is 150 kg/h m<sup>2</sup> and the entering water flow rate is 6000 kg/h m<sup>2</sup>. Assuming an overall tray efficiency of 25% estimate the number of theoretical stages and actual theoretical trays required.

...6/-

*Equilibrium data for SO<sub>2</sub>-Water system at 20°C*

<i>Mole fraction SO<sub>2</sub> in liquid, x<sub>A</sub></i>	0.0014	0.00196	0.00279	0.0042	0.00698	0.0138
<i>Mole fraction SO<sub>2</sub> in vapor, y<sub>A</sub></i>	0.0342	0.0513	0.0775	0.121	0.212	0.443

[16 marks]

[c] *You have completed the design and reported the actual number of trays required to management. However management decides to build a packed column, instead of a tray tower, as large amount of 1 inch berl saddles packing is available in the plant. The packing manufacturer has reported a HETP value of 1.8 m for the packing applicable for the absorption of SO<sub>2</sub> with water. Estimate the height of the packed column.*

[4 marks]

5. Benzana perlu diserap daripada gas arang batu dengan menggunakan minyak basuh. Gas yang masuk mengandungi 3% isipadu benzana, dan gas yang keluar tidak boleh mengandungi lebih daripada 0.02% isipadu benzana. Kadar putaran minyak dicadangkan sebanyak 490 kg minyak per 100 m<sup>3</sup> gas masuk yang diukur pada keadaan STP. Minyak basuh yang masuk ke menara tidak mengandungi bahan larut. Jika tinggi keseluruhan bagi unit pindah yang berasaskan kepada fasa gas ialah 1.4 m, kirakan ketinggian minimum menara yang diperlukan untuk melakukan penyerapan. Diberi berat molekul benzane ialah 78. Gunakan data keseimbangan yang berikut:

Benzana dalam minyak (% jisim)	0.05	0.10	0.5	1.0	2.0	3.0
Keseimbangan tekanan separa bagi benzana dalam gas: kN/m <sup>2</sup>	0.013	0.033	0.2	0.53	1.33	3.33

[25 markah]

5. *Benzene is to be absorbed from coal gas using wash oil. The inlet gas contains 3% by volume of benzene, and the exit gas should not contain more than 0.02% benzene by volume. The suggested oil circulation rate is 490 kg oil per 100 m<sup>3</sup> of inlet gas measured at STP. The wash oil enters the tower solute free. If the overall height of transfer unit based on the gas phase is 1.4 m, determine the minimum height of the tower, which is required to carryout the absorption. Given molecular weight of Benzene is 78. Use the following equilibrium data:*

<i>Benzene in oil (mass%)</i>	0.05	0.10	0.5	1.0	2.0	3.0
<i>Equilibrium partial pressure of benzene in gas: kN/m<sup>2</sup></i>	0.013	0.033	0.2	0.53	1.33	3.33

[25 marks]

6. [a] Berikan definisi pekali aliran bawah dan aliran bawah berubah bagi suatu proses penurasan.

[5 markah]

...7/-

- [b] Bijirin sebanyak 25% jisim dalam minyak disarikan melalui loji arus berlawanan dan 90% minyak perlu dihasilkan daripada suatu larutan yang mengandungi 50% minyak. Melalui ujikaji, didapati bahawa jumlah larutan yang dikeluarkan pada aliran bawah yang bergabung dengan setiap kilogram bahan tak boleh larut adalah seperti yang diberikan pada jadual di bawah. Jika bijiran tersebut disari dengan menggunakan pelarut tulen, berapakah peringkat unggul yang diperlukan?

Kepekatan aliran atas (kg minyak/kg larutan)	Pemerangkapan (kg larutan/kg lengai)
0	0.70
0.1	0.78
0.2	0.92
0.3	1.12
0.4	1.38
0.5	1.70
0.6	2.08
0.7	2.52
0.8	3.02
0.9	3.58
1	4.20

[20 markah]

6. [a] Define constant under flow and varied under flow in leaching?

[5 marks]

- [b] Seed containing 25% by mass of oil are extracted in a countercurrent plant, and 90% of the oil is to be recovered in a solution containing 50% of oil. It has been found experimentally that the amount of solution removed in underflow in association with every kilogram of insoluble matter as given below in the table. If the seeds are extracted with fresh solvent, how many ideal stages are required?

Concentration of overflow (kg oil/kg solution)	Entrainment (kg solution / kg inert)
0	0.70
0.1	0.78
0.2	0.92
0.3	1.12
0.4	1.38
0.5	1.70
0.6	2.08
0.7	2.52
0.8	3.02
0.9	3.58
1	4.20

[20 marks]