

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1999/2000

September 1999

KIT 350 - Unit Operasi II

(Masa : 3 jam)

Jawab sebarang LIMA soalan.

Hanya LIMA jawapan yang pertama sahaja akan diperiksa.

Jawab tiap-tiap soalan pada muka surat yang baru.

Kertas ini mengandungi TUJUH soalan (7 muka surat).

JADUAL STIM DIBEKALKAN.

1. (a) Satu tiub berdiameter 1.0 cm dan panjang 10.0 cm diisi dengan pasir halus yang dipadatkan. Zarah-zarah pasir mengisi 73% dari isipadu tiub dan selainnya diisi oleh air. Satu hujung tiub didedahkan kepada air dan satu hujung lagi didedahkan kepada larutan akueus 0.2 g mol l^{-1} urea. Jika padatan pasir ini merupakan satu-satunya rintangan pembauran dan didapati nilai-nilai difusiviti berkesan, $D_{AB \text{ eff}}$, dan difusiviti, D_{AB} , masing-masing ialah $1.3 \times 10^8 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ dan $6.5 \times 10^8 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$, kirakan nilai fluks pembauran, N_A , dan tortositi.

(8 markah)

- (b) Bagi pembauran dalam sistem cecair binari, persamaan fluks pembauran N_A untuk suatu larutan yang amat cair bagi pembauran A melalui B yang tak membaur adalah serupa dengan persamaan fluks pembauran N_A untuk pembauran kaunter ekuimolar. Buktikan pernyataan ini melalui penerbitan persamaan fluks pembauran N_A untuk kedua-dua kes pembauran tersebut.

(12 markah)

2. Air pada suhu $93\text{ }^{\circ}\text{C}$ dialirkan di dalam sebatang paip keluli yang mempunyai konduktiviti terma $40\text{ W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$. Diameter dalaman paip adalah 25 mm dan diameter luaran adalah 35 mm . Kadar alir air adalah 3 m s^{-1} . Air disejukkan secara luaran oleh udara pada suhu $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 1 atm . Kadar alir udara adalah 10 m s^{-1} dengan nombor Reynoldnya $N_{Re} = 35000$ dan arah aliran adalah tegak tepat kepada paksi tiub. Jika panjang tiub adalah 5 m dan suhu dinding dalam dan luar tiub masing-masing ialah $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, kirakan kadar pemindahan haba konduksi-perolakan q per unit panjang. [Gunakan nilai-nilai berikut untuk pengiraan nombor Nusselt, N_{Nu} , bagi udara dimana $N_{Re} = 35000$; $C = 0.193$, $m = 0.618$].

(20 markah)

3. Sebuah termos berdiameter dalaman 10 cm diperbuat daripada kaca sebagai lapisan dalam, busa polistirena sebagai lapisan tengah dan kulitnya pula adalah keluli. Satu cecair pada suhu pukal T_c dimasukkan ke dalam termos sehingga penuh. Suhu udara sekeliling adalah tetap pada $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Suhu dinding dalam dan luar termos adalah sama seperti suhu pukal bendalir yang bersentuhan dengannya. Jika ketinggian termos adalah 30 cm dan dengan mengabaikan kedua-dua hujung termos,

- (a) buktikan bahawa kadar pemindahan haba konduksi q pada keadaan mantap adalah

$$q = \frac{-(T_c - 20)}{R_{\text{kaca}} + R_{\text{biasa}} + R_{\text{keluli}}}$$

dimana R ialah rintangan haba khusus kepada bahan.

[Takrifkan R masing-masing di dalam jawapan anda]

(10 markah)

- (b) Untuk contoh termos di atas diberikan data-data berikut :-
Suhu pukat cecair $T_c = 98\text{ }^\circ\text{C}$

| Bahan | Kaca | busa polistirena | keluli |
|---------------------------------------|------|------------------|--------|
| K ($\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$) | 0.8 | 0.25 | 30 |
| Ketebalan (cm) | 0.8 | 2 | 0.2 |

- (i) Kirakan fluks pemindahan haba konduksi melalui dinding termos.
- (ii) Jika kulit keluli dibuang bandingkan fluks yang diperolehi dengan fluks yang didapati dari (i) di atas.
- (iii) Berikan penjelasan yang sesuai ke atas nilai-nilai konduktiviti terma k untuk ketiga-tiga bahan yang diberikan di dalam jadual.

(10 markah)

4. (a) Suatu aliran suapan, $F \text{ kg j}^{-1}$, dengan pecahan jisim, x_F , memasuki suatu penyejat pada suhu, $T_F \text{ K}$. Tekanan di dalam penyejat ialah, $P \text{ atm}$, pada suhu, $T \text{ K}$. Hasil bawah dikeluarkan sebanyak $L \text{ kg j}^{-1}$ dengan pecahan jisim, x_L . Wap air keluar pada kadar, $V \text{ kg j}^{-1}$. Sekuantiti, $S \text{ kg j}^{-1}$ stim tepu digunakan yang kemudiannya keluar sebagai hasil kondensasi.

Tunjukkan bahawa

$$S = \frac{F}{\lambda} \left[\left(1 - \frac{x_F}{x_L} \right) h_v - C_p \Delta T \right]$$

dengan λ = haba pendam stim.

h_v = haba pendam air.

C_p = muatan haba suapan, dan

ΔT = perubahan suhu suapan dengan suhu ruang wap.

(8 markah)

- (b) Sebuah penyejat digunakan untuk memekatkan larutan koloid organik daripada 5% kepada 50% jisim. Muatan haba suapan ialah $4.06 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ dan suhu suapan ialah $15.6 \text{ }^\circ\text{C}$. Stim pada 1 atm digunakan dan tekanan di dalam ruang wap ialah 15 kPa. Sejumlah 4536 kg j^{-1} wap telah dikeluarkan. Dengan andaian bahawa tidak ada peningkatan suhu didih larutan, kiralah

(i) kadar suapan dan hasil pekat, dan

(ii) kadar penggunaan stim dengan menggunakan persamaan di (a).

(12 markah)

5. (a) Terangkan dengan ringkas peralatan berikut yang biasa digunakan dalam proses pengeringan bahan.

- (i) Pengereng dulang.
- (ii) Pengereng rotari.
- (iii) Pengereng drum.
- (iv) Pengereng sembur.

(12 markah)

(b) Sebuah menara berperingkat arus berlawanan telah digunakan untuk menyerap aseton daripada udara yang mengandungi 2% mol aseton dengan menggunakan air tulen. Jumlah aliran masuk campuran udara dan aseton ke menara ialah 40 kg mol j^{-1} , dan jumlah aliran air tulen ialah $108 \text{ kg mol j}^{-1}$. Hubungan keseimbangan bagi aseton (A) di dalam fasa cecair-gas ialah $y_A = 2.53x_A$. Dengan menggunakan *persamaan Kremser*, ramalkan bilangan peringkat yang diperlukan untuk menyerap sebanyak 95% aseton daripada campuran tersebut.

Diberi :

Persamaan Kremser :
$$N = \frac{\left[\frac{y_{N+1} - mx_o}{y_1 - mx_o} \left(1 - \frac{1}{A_f} \right) + \frac{1}{A_f} \right]}{\log A_f}$$

Dengan faktor penjerapan, $A_f = \sqrt{A_1 A_N}$

(8 markah)

6. Satu eksperimen telah dilakukan untuk menguji kemungkinan mengering suatu bahan makanan. Data pengeringan telah diperoleh daripada alat pengering yang dilengkapi dengan udara mengalir di atas permukaan pengeringan dengan keluasan 0.186 m^2 . Jisim sampel kering ialah 3.765 kg (pepejal kering), manakala jisim sampel basah yang dibiarkan dalam keseimbangan ialah 3.955 kg (air dan pepejal). Ini memberikan kandungan lembapan keseimbangan sebanyak 0.190 kg . Berikut ialah data jisim melawan masa yang diperoleh daripada ujian pengeringan tersebut.

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Masa (j) | 0 | 0.4 | 0.8 | 1.4 | 2.2 | 3.0 | 4.2 | 5.0 | 7.0 | 9.0 | 12.0 |
| Jisim (kg) | 4.944 | 4.885 | 4.808 | 4.699 | 4.554 | 4.404 | 4.241 | 4.150 | 4.019 | 3.978 | 3.955 |

- (a) Kiralah kandungan lembapan bebas, X , kg air/kg pepejal kering bagi setiap data dan plotkan X melawan masa

Diberi :

$X = X_t - X^*$, dengan X_t kandungan lembapan dalam masa t , dan X^* ialah kandungan lembapan keseimbangan.

(8 markah)

- (b) Kiralah cerunan dan dapatkan kadar pengeringan, R , dengan $\text{kg air j}^{-1} \text{ m}^{-2}$, dan plotkan graf R melawan X .

(8 markah)

- (c) Dengan menggunakan keluk kadar pengeringan, ramalkan jumlah masa diperlukan untuk mengering sampel daripada $X = 0.20$ kepada $X = 0.4$. Apakah nilai kadar pengeringan dalam tempoh kadar tetap, R_c , dan kandungan lembapan genting, X_c ?

(4 markah)

7. (a) Sebanyak 2.5 m^3 larutan air buangan didapati mengandungi $0.25 \text{ kg fenol m}^{-3}$. Larutan ini disebatikan dengan 3.0 kg butir-butir karbon teraktif secara kelompok sehingga mencapai keseimbangan. Dengan menggunakan data keseimbangan yang diperoleh seperti di dalam jadual di bawah, tentukan nilai-nilai keseimbangan akhir (kepekatan dalam fasa pepejal, q , dan kepekatan dalam fasa cecair, c), dan peratus fenol diekstrak.

| $q(\text{kg fenol kg}^{-1} \text{ karbon})$ | $c(\text{kg fenol m}^{-3} \text{ larutan})$ |
|---|---|
| 0.150 | 0.322 |
| 0.122 | 0.117 |
| 0.094 | 0.039 |
| 0.059 | 0.0061 |
| 0.045 | 0.0011 |

(8 markah)

- (b) Jelaskan dengan ringkas tentang peralatan, cara kerja dan kesesuaian penggunaannya, **TIGA** daripada unit-unit operasi berikut :

- (i) Membran bergelung.
- (ii) Pemisah siklon pepejal-gas.
- (iii) Penuras lembar.
- (iv) Menara pencampur plat.
- (v) Penyuling dengan refluks.
- (vi) Penyejat tiub mendatar.

(12 markah)

oooOOOooo