
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2002/2003

Februari 2003

IEK 206/3 – OPERASI UNIT III

Masa : 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TUJUH (7) mukasurat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **LIMA (5)** soalan. Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Suatu larutan yang mengandung zarah-zarah yang berketumpatan $\rho_p = 1500 \text{ kg/m}^3$ akan dijernihkan melalui proses pengemparan. Ketumpatan larutan $\rho = 820 \text{ kg/m}^3$, dan kelikatannya 0.11 kg/m.s . Mangkuk pengempar mempunyai $r_2 = 0.0233 \text{ m}$, $r_1 = 0.0072 \text{ m}$, dan tingginya $b = 0.20 \text{ m}$. Hitungkan diameter genting zarah D_{pc} di dalam arus keluar jika $n = 23000 \text{ rpm}$ dan kadar aliran $q_c = 0.0028 \text{ m}^3/\text{h}$. $\omega = 2\pi n/60 \text{ rad/s}$.

Untuk hokum Stokes:

$$u_t = \omega^2 r_2 (\rho_p - \rho) D_{pc}^2 / 18\mu \quad q_c = \omega^2 (\rho_p - \rho) D_{pc}^2 V / \{18\mu \ln[2r_2/(r_1+r_2)]\}$$

Untuk hokum Newton:

$$u_t = [\omega^2 r_2 (\rho_p - \rho) D_{pc} / 0.33\rho]^{1/2}$$

$$q_c = [\omega^2 (\rho_p - \rho) D_{pc} / 0.33\rho]^{1/2} [\pi b (r_2^2 - r_1^2)] / \{2[\sqrt{r_2} - \sqrt{(r_1+r_2)/2}]\}$$

(50 markah)

- (b) Satu sampel udara-wap air mempunyai suhu mentol kering 55°C dan kelembapan 0.03 kg/kg udara kering pada 1 atm . Dapatkan

- (i) kelembapan peratusan;
- (ii) kelembapan selepas penepuan;
- (iii) kelembapan molal;
- (iv) tekanan separa wap air;
- (v) takat embun;
- (vi) isipadu lembap;
- (vii) haba lembap;
- (viii) entalpi.

(50 markah)

2. Satu penekan plat dan rangka digunakan untuk menuraskan suatu campuranlikat. Penekan tersebut menuraskan sejumlah $V_1 = 8 \text{ m}^3$ turasan dalam $t_1 = 1800 \text{ s}$ dan $V_2 = 11 \text{ m}^3$ dalam $t_2 = 3600 \text{ s}$, dan proses penurasan berhenti. Rintangan medium penuras boleh diabaikan dan operasi dianggap dalam keadaan tekanan malar. Hitungkan

- (i) parameter $A^2(-\Delta p)/(\mu\alpha W)$;
- (ii) kadar penurasan akhir, m^3/s ;
- (iii) Jika kadar aliran air pembasuh ialah $\frac{1}{4}$ kadar penurasan akhir, dan masa digunakan untuk pembasuhan ialah 2.5 jam , berapakah m^3 air pembasuh harus diguna ?

$$dV/dt = A^2(-\Delta p)/(\mu\alpha VW)$$

(100 markah)

3. Suatu pepejal basah yang mengadungi 0.80 lembapan (dasar kering) dikeringkan sehingga 0.04 lembapan dalam tempoh masa 6 jam dalam keadaan pengeringan malar. Kandungan lembapan keseimbangan W_e ialah 0.02 kg/kg dan kandungan lembapan genting W_c ialah 0.45 kg/kg. Anggapkan bahawa kadar pengeringan kejatuhan adalah linear $R = k(W - W_e)$. Berapa lamakah diperlukan untuk menurunkan kandungan lembapan pepejal yang sama dari 0.55 lembapan hingga 0.03 lembapan dalam keadaan pengeringan yang sama ?

$$R = -(L/A)dW/dt \quad \int dW/(W - W_e) = \ln[(W_2 - W_e)/(W_1 - W_e)]$$

Sindiran: Kirakan parameter L/AR_c .

(100 markah)

4. Satu turus rektifikasi selanjur disuapkan dengan satu campuran yang mengadungi 44.0 % mol benzena dan 56.0 % mol toluene pada kadar 4 kg/s. Campuran tersebut akan dipisahkan menjadi satu produk penyulingan (hasil atas) yang mengandungi 97.4 % mol benzena dan satu hasil bawah yang mengandungi 97.6 % mol toluena. Campuran disuapkan pada takat gelembungnya. Data keseimbangan wap-cecair bagi benzena adalah seperti berikut:

x (pecahan mol benzena di dalam cecair):

0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9

y (pecahan mol benzena di dalam fasa wap):

0.22 0.38 0.51 0.63 0.7 0.78 0.85 0.91 0.96

- (i) Hitungkan beratnya hasil penyulingan dan hasil bawah. Berat molekul bagi benzena = 78.12, bagi toluena = 92.15;
- (ii) Lukiskan lengkungan kesimbangan bagi benzena;
- (iii) Jika nisbah refluks ialah 3.5, dapatkan bilangan plat teoretis dan kedudukan plat suap.

$$\text{Garis } q: y = -qx/(1 - q) + x_F/(1 - q)$$

$$\text{Garis-garis operasi: } y_{n+1} = \{R_D/(R_D + 1)\}x_n + x_D/(R_D + 1)$$

$$y_{m+1} = \{L/(L-B)\}x_m - Bx_B/(L-B)$$

(100 markah)

5. Ammonia daripada satu campurannya dengan udara akan diserapkan dengan air. Kepekatan ammonia akan diturunkan dari 5% mol ke 0.01%. Kadar aliran air dan udara masing-masing ialah 0.65 dan 0.40 kg/m².s. Perhubungan keseimbangan untuk ammonia dalam wap-cecair ialah $y = x$. Berapakah plat teoretis dikehendaki ?

$$\text{Garis operasi: } y_{n+1} = (L_n/V_{n+1})x_n + (V_a y_a - L_a x_a)/V_{n+1}$$

(100 markah)

...4/-

6. Jadual berikut memberikan data keseimbangan wap-cecair bagi karbon disulfida dari campurannya dengan karbon tetraklorida semasa penyulingan:

x	0	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
y	0	0.445	0.65	0.795	0.91	1.00

Tentukan secara grafik bilangan plat teoretis yang dikehendaki dan kedudukan plat suapan. Diberi:

Nisbah refluks = 3.0

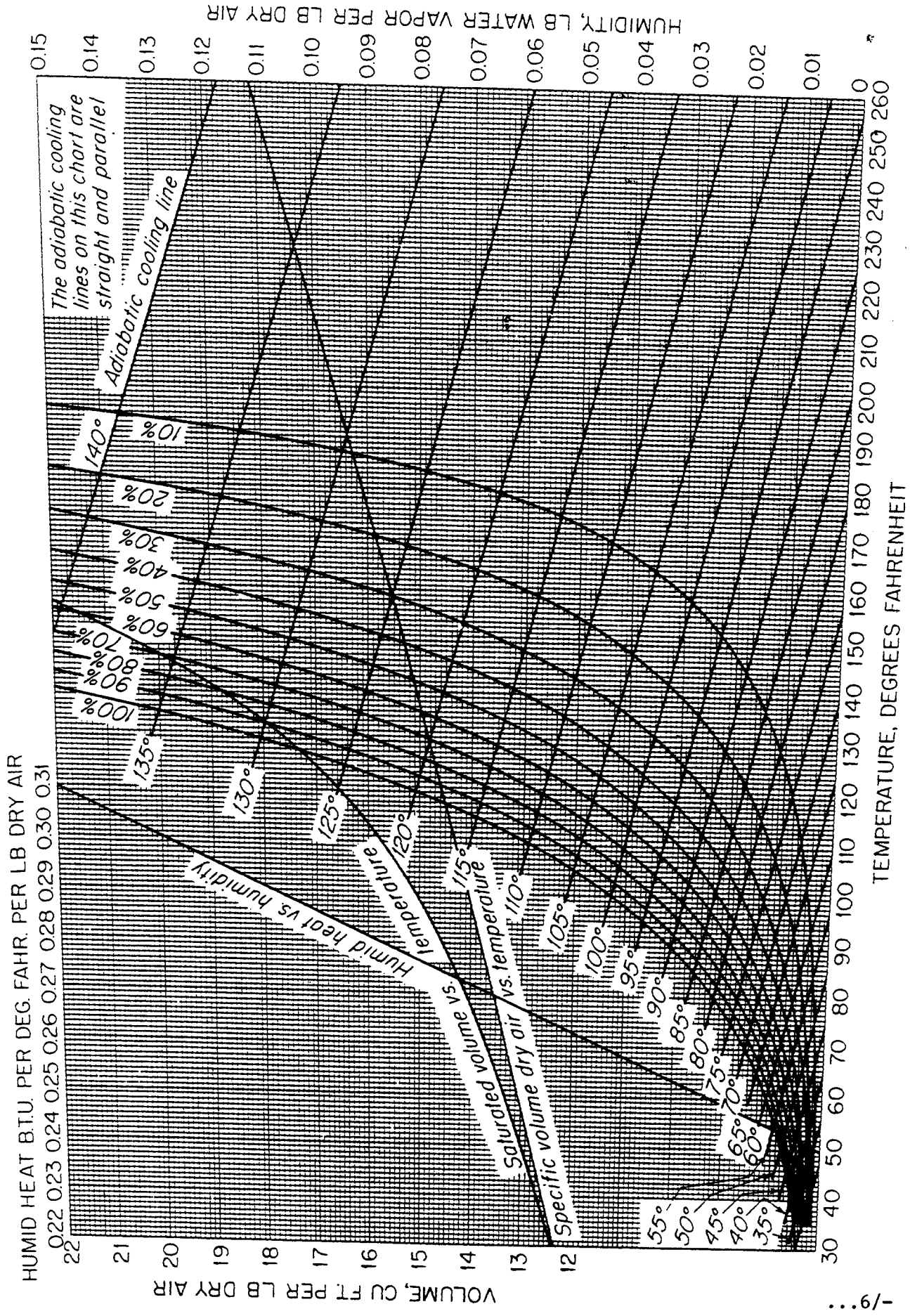
Kepekatan suap $x_F = 0.45$

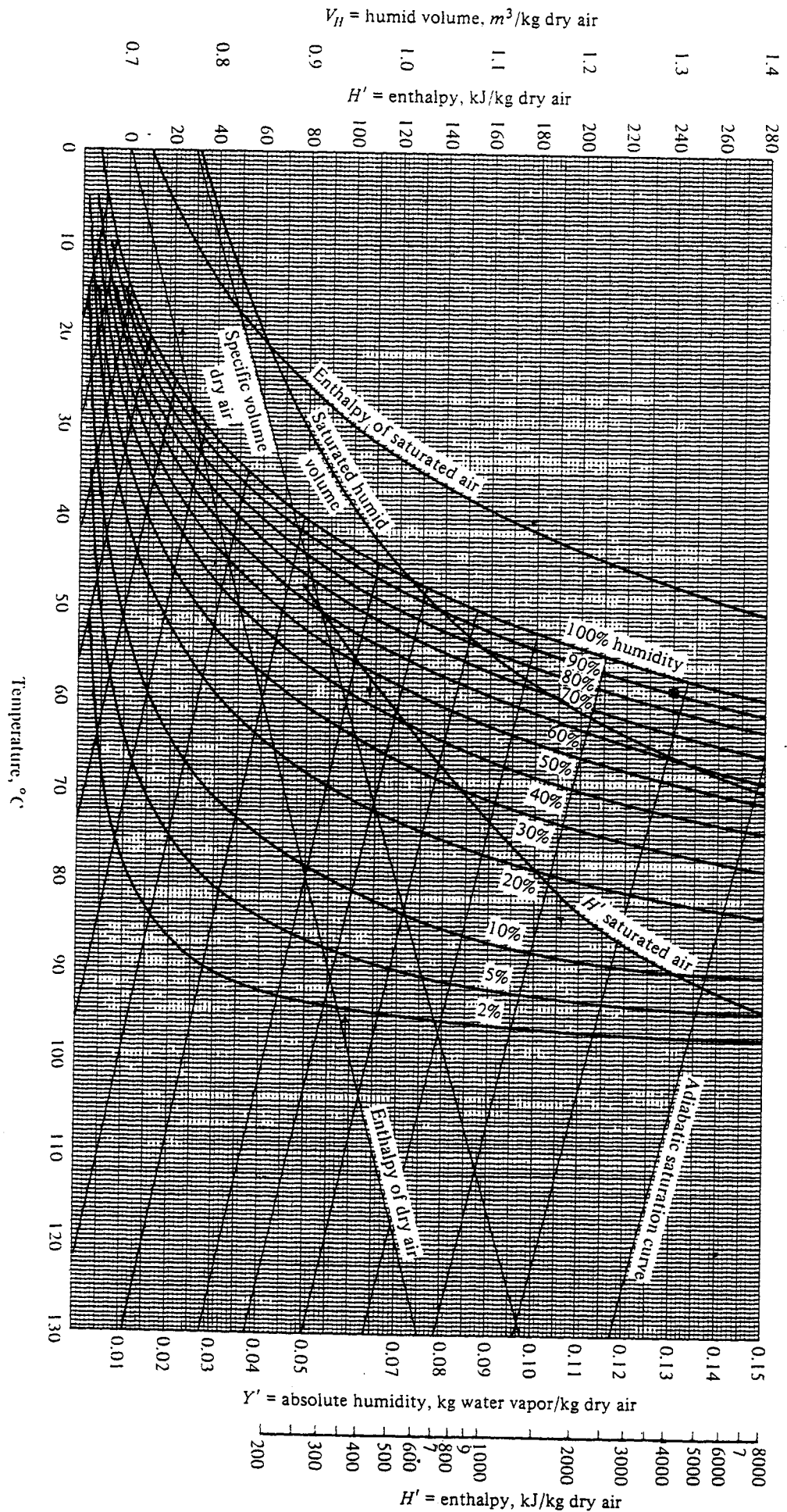
Suap adalah campuran 2/3 wap dan 1/3 cecair ($q = 1/3$)

Ketulenan produk = 99% mol

Peratusan karbon disulfida di dalam cecair sisa = 1% mol

(100 markah)





Figure

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

- 7 -
**CONVERSION
 FACTORS AND
 CONSTANTS
 OF NATURE**

To convert from	To	Multiply by†
acre	ft ²	43,560*
	m ²	4046.85
atm	N/m ²	1.01325* × 10 ⁵
	lb _f /in. ²	14.696
Avogadro number	particles/g mol	6.022169 × 10 ²³
barrel (petroleum)	ft ³	5.6146
	gal (U.S.)	42*
	m ³	0.15899
bar	N/m ²	1* × 10 ⁵
	lb _f /in. ²	14.504
Boltzmann constant	J/K	1.380622 × 10 ⁻²³
Btu	cal _{IT}	251.996
	ft-lb _f	778.17
	J	1055.06
	kWh	2.9307 × 10 ⁻⁴
Btu/lb	cal _{IT} /g	0.55556
Btu/lb-°F	cal _{IT} /g-°C	1*
Btu/ft ² -h	W/m ²	3.1546
Btu/ft ² -h-°F	W/m ² -°C	5.6783
	kcal/m ² -h-K	4.882
Btu-ft/ft ² -h-°F	W-m/m ² -°C	1.73073
	kcal/m-h-K	1.488
cal _{IT}	Btu	3.9683 × 10 ⁻³
	ft-lb _f	3.0873
	J	4.1868*
cal	J	4.184*
cm	in.	0.39370
	ft	0.0328084
cm ³	ft ³	3.531467 × 10 ⁻³
	gal (U.S.)	2.64172 × 10 ⁻⁴
cP (centipoise)	kg/m-s	1* × 10 ⁻²
	lb _f /ft-h	2.4191
	lb _f /ft-s	6.7197 × 10 ⁻⁴
cSt (centistoke)	m ² /s	1* × 10 ⁻⁶
faraday	C/g mol	9.648670 × 10 ⁴
ft	m	0.3048*
ft-lb _f	Btu	1.2851 × 10 ⁻³
	cal _{IT}	0.32383
	J	1.35582
ft-lb _f /s	Btu/h	4.6262
	hp	1.81818 × 10 ⁻³
ft ² /h	m ² /s	2.581 × 10 ⁻³
	cm ² /s	0.2581
ft ³	cm ³	2.8316839 × 10 ⁴
	gal (U.S.)	7.48052
	L	28.31684
ft ³ -atm	Btu	2.71948
	cal _{IT}	685.29
	J	2.8692 × 10 ³
ft ³ /s	gal (U.S.)/min	448.83
gal (U.S.)	ft ³	0.13368
	in. ³	231*
gravitational constant	N-m ² /kg ²	6.673 × 10 ⁻¹¹
gravity acceleration, standard	m/s ²	9.80665*
h	min	60*
	s	3600*
hp	Btu/h	2544.43
	kW	0.74624
hp/1000 gal	kW/m ³	0.197
in.	cm	2.54*
in. ³	cm ³	16.3871
J	erg	1* × 10 ⁷
	ft-lb _f	0.73756
kg	lb	2.20462
kWh	Btu	3412.1
L	m ³	1* × 10 ⁻³
lb	kg	0.45359237*
lb/ft ³	kg/m ³	16.018
	g/cm ³	0.016018
lb _f /in. ²	N/m ²	6.89473 × 10 ³
lb mol/ft ² -h	kg mol/m ² -s	1.3562 × 10 ⁻³
	g mol/cm ² -s	1.3562 × 10 ⁻⁴
light, speed of	m/s	2.997925 × 10 ⁸
m	ft	3.280840
	in.	39.3701
m ³	ft ³	35.3147
	gal (U.S.)	264.17
N	dyn	1* × 10 ⁵
	lb _f	0.22481
N/m ²	lb _f /in. ²	1.4498 × 10 ⁻⁴
Planck constant	J-s	6.626196 × 10 ⁻³⁴
proof (U.S.)	percent alcohol by volume	0.5
ton (long)	kg	1016
	lb	2240*
ton (short)	lb	2000*
ton (metric)	kg	1000*
	lb	2204.6
yd	ft	3*
	m	0.9144*

† Values that end in an asterisk are exact, by definition.