
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2001/2002

Februari 2002

IEK 206/3 – OPERASI UNIT III

Masa : 3 jam

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

Jawab LIMA soalan. Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. Satu turus penyulingan berperingkat direkabentuk untuk memisahkan 0.5 kg/s suatu campuran 40% mol CS₂ dan 60% mol CCl₄ ke satu produk atas yang mengandungi 95% mol CS₂ dan satu hasil bawah yang berkepekatan 0.05% mol CS₂. Nisbah refluks ialah 3.25 kg-mol/kg-mol hasil atas. Suap campuran yang mempunyai muatan haba C_p = 225.4 kJ/kg-mol.K dan haba pengwapan λ = 25,900 kJ/kg-mol memasuki turus pada 290 K dan takat gelembung campuran suap ialah 336 K. Berat molekul untuk CS₂ = 76, CCl₄ = 154. Data keseimbangan wap-cecair bagi CS₂ adalah seperti berikut:

y (pecahan mol) CS ₂	0	0.0823	0.1555	0.266	0.332	0.495	0.634	0.747
x (pecahan mol) CS ₂	0	0.0296	0.0615	0.1106	0.1435	0.2585	0.39	0.5318
		0.829	0.878	0.932	1.0			
		0.663	0.7575	0.8604	1.0			

- (a) Kirakan amaun hasil atas dan hasil bawah dalam kg/s;
 (b) Dapatkan bilangan plat unggul dan kedudukan plat suapan;

Untuk suap subsejuk: $q = 1 + C_p(T_b - T_F)/\lambda$

Garis q: $y = -q/(1-q) + x_F/(1-q)$

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)

2. Satu pepejal basah yang mempunyai kandungan lembapan 0.7 kg/kg pepejal kering dikeringkan hingga 0.05 kg/kg pepejal kering dalam 5 jam dalam keadaan pengeringan malar. Kandungan lembapan keseimbangan ialah 0.02. Kandungan lembapan genting ialah 0.4. Jika kadar kejatuhan adalah berkadar dengan kandungan lembapan bebas ($W - W_e$), berapa jam akan diperlukan untuk merendahkan kandungan lembapan pepejal basah itu dari 0.5 hingga 0.03 dalam keadaan yang sama.

$$R = -(L/A)dW/dt,$$

$$\int dx/(x - a) = \ln(x - a)$$

(100 markah)

...3/-

3. Dikehendaki menyerap 92% aseton daripada satu campuran gas yang mengandungi 1.2% mol aseton di dalam udara di dalam satu turus plat penyerapan aruslawan. Campuran gas memasuki turus dari bawah pada 35 kg-mol/h. Air tulen digunakan sebagai bahan penyerap dan memasuki turus tersebut dari atas pada kadar 95 kg-mol air/h. Proses penyerapan dijalankan secara isothermal pada suhu 300 K dan tekanan 101.32 kPa. Perhubungan keseimbangan untuk aseton dalam gas-cecair ialah $y = 2.53x$. Tentukan bilangan plat unggul untuk proses pemisahan ini. Jika keefisienan plat ialah 70%, berapa bilangan plat sebenar diperlukan?

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

(100 markah)

4. Satu turus penyulingan berperingkat akan digunakan untuk memisahkan 0.8 kg/s suatu campuran 50% (dasar berat) toluene dan 50% benzena ke satu hasil atas 97% benzena dan hasil bawah 98% toluene. Nisbah refluks ialah 2 kali nilai minimumnya. Campuran suap memasuki turus pada takat gelembungnya 90.8°C. Berat molekul untuk benzena = 78.12 toluena = 92.15
- Hitungkan beratnya hasil atas dan hasil bawah;
 - Dapatkan bilangan plat unggul dan kedudukan plat suapan;
 - Jika keefisienan plat ialah 70%, berapa bilangan plat sebenar diperlukan?

Suhu, °C	Pecahan mol benzena	
	x	y
80.6	1.0	1.0
85.0	0.78	0.9
	0.58	0.77
95.0	0.41	0.63
100.0	0.26	0.46
105	0.13	0.26
110	0.017	0.039
110.7	0.0	0.0

(100 markah)

...4/-

5. Arus udara pada $3500 \text{ m}^3/\text{h}$ dengan suhu 25°C dan peratusan kelembapan 70% bercampur dengan arus udara kedua yang mengalir pada $2500 \text{ m}^3/\text{h}$ dengan suhu 90°C dan suhu mentol basah 45°C . Campuran udara ini akan memasuki satu pengering dan dipanaskan ke 140°C . Carikan
- kelembapan dan takat embun untuk kedua-dua arus udara;
 - isipadu lembab untuk kedua-dua arus udara;
 - Kirakan jumlah kadar aliran jisim untuk campuran yang keluar dari pengering;
 - Kirakan kadar aliran jumlah wap air yang memasuki pengering;
 - Kirakan kelembapan campuran akhir.

(100 markah)

6. Satu campuranlikat diturunkan di dalam satu penekan plat dan rangka yang mengandungi 12 rangka, setiapnya 0.09 m^2 dengan ketebalan 25 mm . Dalam 200 s yang pertama, tekanan penurasan meningkat secara progresif ke nilai akhir 500 kN/m^2 , dan penurasan dijalankan secara kadar malar. Selepas ini, penurasan dijalankan secara tekanan malar pada $(-\Delta p) = 500 - 101.32 = 398.68 \text{ kN/m}^2$ selama 900 s . Apakah isipadu turasan yang didapati kitar penurasan, dan apakah kadar penurasan akhir?

Satu sample campuranlikat yang sama telah terlebih dahulu diuji dengan menggunakan penuras daun vakum yang mempunyai permukaan penurasan 0.05 m^2 . Kejatuhan tekanan ialah $(-\Delta p) = 71.3 \text{ kN/m}^2$. Isipadu turasan terkumpul pada 300 s yang pertama ialah 250 cm^3 dan selepas 300 s selanjutnya, isipadu tambahan sebanyak 150 cm^3 didapati. Anggapkan kek adalah taktermampatkan dan rintangan medium turas untuk penuras daun dan penekan plat dan rangka adalah sama. Proses penurasan di dalam penuras daun adalah seluruhnya pada tekanan malar.

$$dV/dt = A_2(-\Delta p)/\{\mu\alpha W(V + AL^2/W)\}$$

(100 markah)

...5/-

CONVERSION FACTORS AND CONSTANTS OF NATURE

[IEK 20613]

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 ⁻⁵
	gal (U.S.)	2.64172 × 10 ⁻⁴
cP (centipoise)	kg/m-s	1 × 10 ⁻³
	lb/ft-h	2.4191
	lb/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 ⁻⁵
	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	6.89475 × 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.

[1EK 206/3]

PROPERTIES OF LIQUID WATER

Temperature T , °F	Viscosity† μ' , cP	Thermal conductivity‡ k , Btu/ft-h-°F	Density§ ρ , lb/ft ³	$\psi_f = \left(\frac{k^3 \rho^2 g}{\mu^2} \right)^{1/3}$
32	1.794	0.320	62.42	1,410
40	1.546	0.326	62.43	1,590
50	1.310	0.333	62.42	1,810
60	1.129	0.340	62.37	2,050
70	0.982	0.346	62.30	2,290
80	0.862	0.352	62.22	2,530
90	0.764	0.358	62.11	2,780
100	0.682	0.362	62.00	3,020
120	0.559	0.371	61.71	3,530
140	0.470	0.378	61.38	4,030
160	0.401	0.384	61.00	4,530
180	0.347	0.388	60.58	5,020
200	0.305	0.392	60.13	5,500
220	0.270	0.394	59.63	5,960
240	0.242	0.396	59.10	6,420
260	0.218	0.396	58.53	6,830
280	0.199	0.396	57.94	7,210
300	0.185	0.396	57.31	7,510

† From *International Critical Tables*, vol. 5, McGraw-Hill Book Company, New York, 1929, p. 10.

‡ From E. Schmidt and W. Sellschopp, *Forsch. Geb. Ingenieurw.*, 3:277 (1932).

§ Calculated from J. H. Keenan and F. G. Keyes, *Thermodynamic Properties of Steam*, John Wiley & Sons., Inc., New York, 1937.

[1EK 206/3]

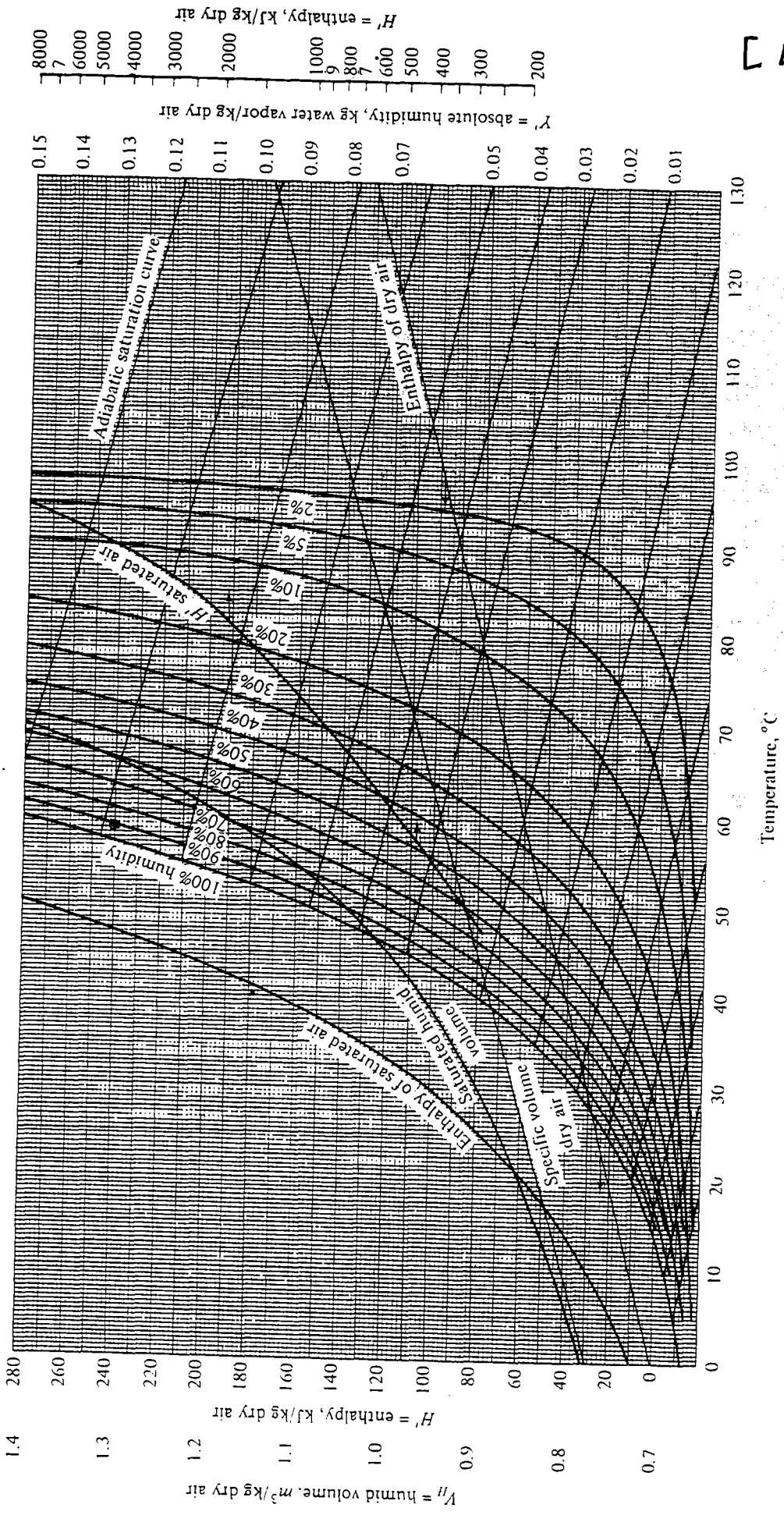


Figure Psychrometric chart for air-water vapor, 1 std atm abs, in SI units.