

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**  
Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 1990/91

Oktober/November 1990

IKK 304/2 - Operasi Unit II

Masa: [2 jam]

---

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi SEMBILAN mukasuat (termasuk Lampiran) yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab 3 (TIGA) soalan. Semua soalan mesti dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Bincangkan tentang pembetulan Perbezaan Suhu Purata Logaritma,  $\overline{\Delta T_L}$  untuk suatu penukar haba petala-dan-tiub.

[15/100]

- (b) Ceritakan tentang pendidihan subsejuk.

[10/100]

- (c) Air pada 300 000 kg/h memasuki suatu kondenser stim pada suhu 21.1<sup>o</sup>, mengalir menerusi kondenser di dalam 120 tiub-tiub 2.2 cm ID, tebalnya 0.15 cm disusun secara selari dengan setiap tiub panjangnya 4.9 m dan keluar pada suhu 26.7<sup>o</sup>C. Stim mengkondensasi di atas permukaan luar setiap tiub. Apakah nilai koefisien untuk pemindahan haba secara olakan di antara air penyejuk dan tiub itu. Abaikan kesan dinding ke atas kelikatan. Ketumpatan, kelikatan, kekonduktifan termal, dan muatan haba bagi air boleh diberikan seperti berikut

$$\begin{aligned}\rho &= 1000 \text{ kg/m}^3 \\ \mu &= 0.922 \text{ cP} \\ k &= 0.604 \text{ W/m.}^{\circ}\text{C} \\ C_p &= 4.184 \text{ J/g.}^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

[75/100]

2. (a) Bincangkan tentang lima jenis alat penukar haba.

[20/100]

- (b) Satu penukar haba tubular yang bergarispusat 900 mm mengandungi 850 tiub 20 mm OD, 3.7 m panjang, di atas 25 mm pic segiempat sama. Sesekat 25% standard digunakan dengan jarak diantaranya 305 mm. Benzena cecair pada suhu purata 15.6°C dipanaskan di sisi petala penukar pada kadar 45000 kg/h. Jika permukaan luar tiub ialah pada 60°C, taksirkan koefisien pemindahan haba individu bagi benzena. Diberi:

$$\frac{h_o D_o}{k} = 0.2 \left( \frac{D_o G_e}{\mu} \right)^{0.6} \left( \frac{C_p}{k} \right)^{0.33} \left( \frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14}$$

$$G_e = (G_b G_c)^{1/2}$$

$$G_b = m/S_b, \quad G_c = m/S_c$$

$$S_b = f_b D_s^2/4 - N_b D_o^2/4$$

$$S_c = P D_s (1 - D_o/p)$$

$$\mu \quad (15.6^\circ) = 2.52 \text{ kg/m.h}$$

$$\mu_w \quad (60^\circ\text{C}) = 1.368 \text{ kg/m.h}$$

$$k \quad (15.6^\circ\text{C}) = 0.1592 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$C_p \quad (15.6^\circ\text{C}) = 0.477 \text{ Wh/kg}^\circ\text{C}$$

$$f_b = 0.1955$$

[80/100]

3. (a) Jelaskan sama ada kenyataan di bawah benar atau salah.
- i) Kuasa maksimum penyinaran monokromatik dicapai pada jarak gelombang tetap.
  - ii) Hukum Kirchoff menyatakan kepancaran adalah sama dengan keserapan pada keadaan seimbang.
  - iii) Kuasa pancaran jasad hitam berkadar terus dengan suhu.
  - iv) Kuasa penyinaran jasad/keserapan berkadar terus dengan suhu kuasa empat.

[20/100]

(b) Karbon tetraklorida yang mengalir pada 700 lb/min adalah disejukkan dari 85 ke 40°C dengan menggunakan 500 lb/min air penyejuk pada 20°C. Koefisien pemindahan haba bagi karbon tetraklorida di luar tiub ialah 300 Btu/ft<sup>2</sup>-h-°F, manakala  $h_i$  bagi sisi air ialah 2000 Btu/ft<sup>2</sup>-h-°F. Rintangan dinding tiub boleh diabaikan.

(a) Apakah luas yang dikehendaki bagi suatu penukar aruslawan?

(b) Jika aliran itu selari, apakah luas pemindah haba?  
Diberi

$$C_p (\text{CCl}_4) = 0.21 \text{ Btu/lb-}^\circ\text{F}$$

$$C_p (\text{air}) = 1.0 \text{ Btu/lb-}^\circ\text{F}$$

[80/100]

4. (a) Jelaskan 4 kaedah suap yang biasa dipraktikan.

[10/100]

- (b) Bincangkan kebaikan atau keuntungan 2 daripada kaedah suap yang telah anda senaraikan di atas.

[20/100]

- (c) Satu penyejat digunakan untuk memekatkan 20,000 lb/hr, 90°C larutan NaOH daripada 10% hingga 50%. Stim tepu pada 40 psig akan digunakan. Koefisien keseluruhan perpindahan haba ialah 250 Btu/ft<sup>2</sup>-hr-F. Tentukan kadar aliran stim yang perlu dibekalkan dan keluasan permukaan penyejat yang diperlukan.

[70/100]

oooooo00000oooooo

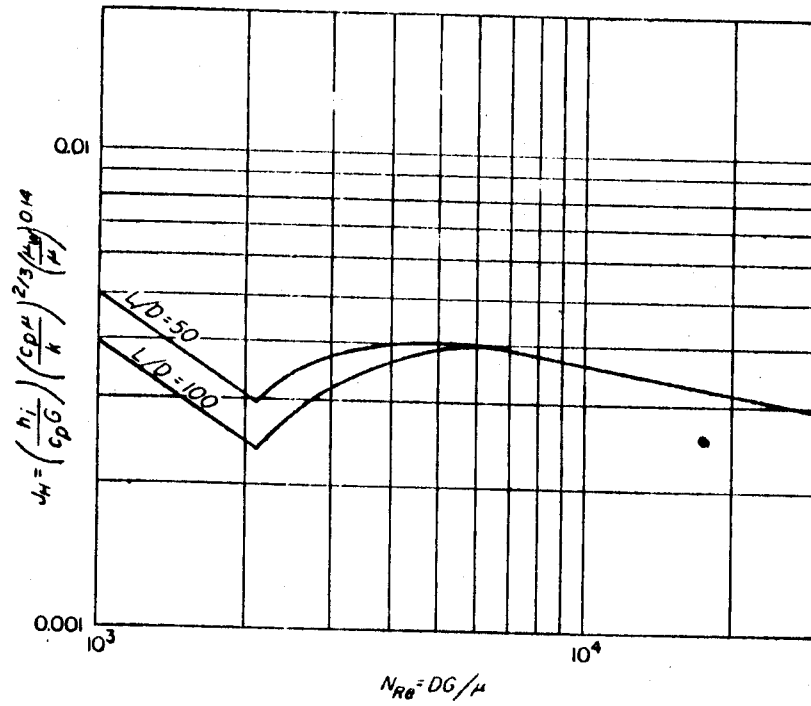


Figure 12-3 Heat transfer in transition range. (By permission of author and publishers, from W. H. McAdams, "Heat Transmission," 3d ed. Copyright by author, 1954, McGraw-Hill Book Company)

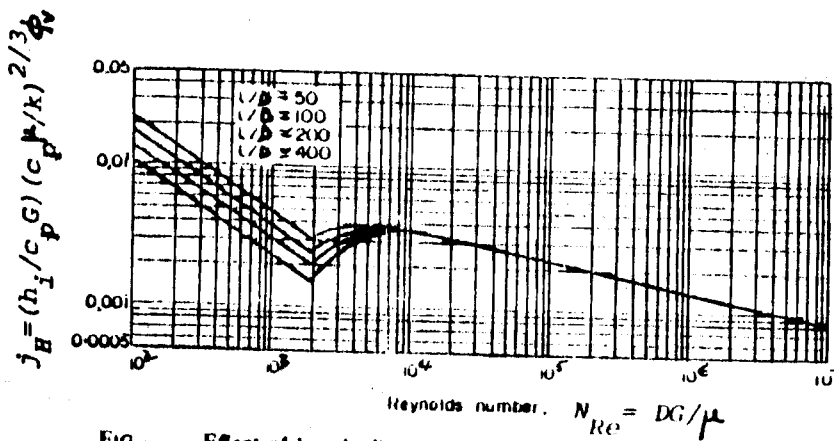


FIG. Effect of length: diameter ratio on heat transfer coefficient.

LAMPIRAN

**conversion factors**

Quantity	Symbol	Factor
Density	$\rho$	1 lb/ft <sup>3</sup> = $\frac{1}{62.428}$ 1 g/cm <sup>3</sup>
Heat	$Q$	1 Btu/1 cal † = 251.996
Length	$L$	1 yd/1 m = 3,600/3,937 † 1 in./1 cm = 2.54 1 ft/1 cm = 30.48
Mass	$m$	1 lb/1 g = 453.5924277 †
Mechanical energy	$E_m$	1 joule/1 erg = 10 <sup>7</sup> † 1 joule/1 wattsec = 1 †
Mechanical equivalent of heat	$J$	1 cal †/1 joule = 4.1873 1 Btu/1 ft-lb <sub>f</sub> = 778.26 1 kw-hr/1 Btu = 3,412.75
Newton's-law conversion factor	$g_c$	1 g force-sec <sup>2</sup> /1 g-cm = 980.065 † 1 lb <sub>f</sub> -sec <sup>2</sup> /1 ft-lb = 32.174
Pressure	$p$	1 atm = 14.696 1 lb <sub>f</sub> /in. <sup>2</sup> 1 atm/1 mm Hg ‡ = 760 † 1 atm/1 in. Hg ‡ = 29.92
Power	$P$	1 hp = 550 † 1 ft-lb <sub>f</sub> /sec 1 hp/1 kw = 0.74548
Specific heat	$c$	1 cal/(g)(°C) = 1 † 1 Btu/(lb)(°F)
Temperature difference	$\Delta T$	1°C/1°F = 1.8 †
Viscosity	$\mu$	1 centipoise = 6.72 × 10 <sup>-4</sup> 1 lb/ft-sec 1 centipoise = 2.42 1 lb/ft-hr 1 centipoise = 2.089 × 10 <sup>-4</sup>
Volume	$V$	1 lb <sub>f</sub> -sec/ft <sup>3</sup> 1 ft <sup>3</sup> /1 liter = 28.316 1 U.S. gal/1 in. <sup>3</sup> = 231 † 1 ft <sup>3</sup> /1 gal = 7.48

† International steam-table (IT) calorie.

‡ Exact value, by definition.

‡ At density of 13.5951 g/cm<sup>3</sup>.

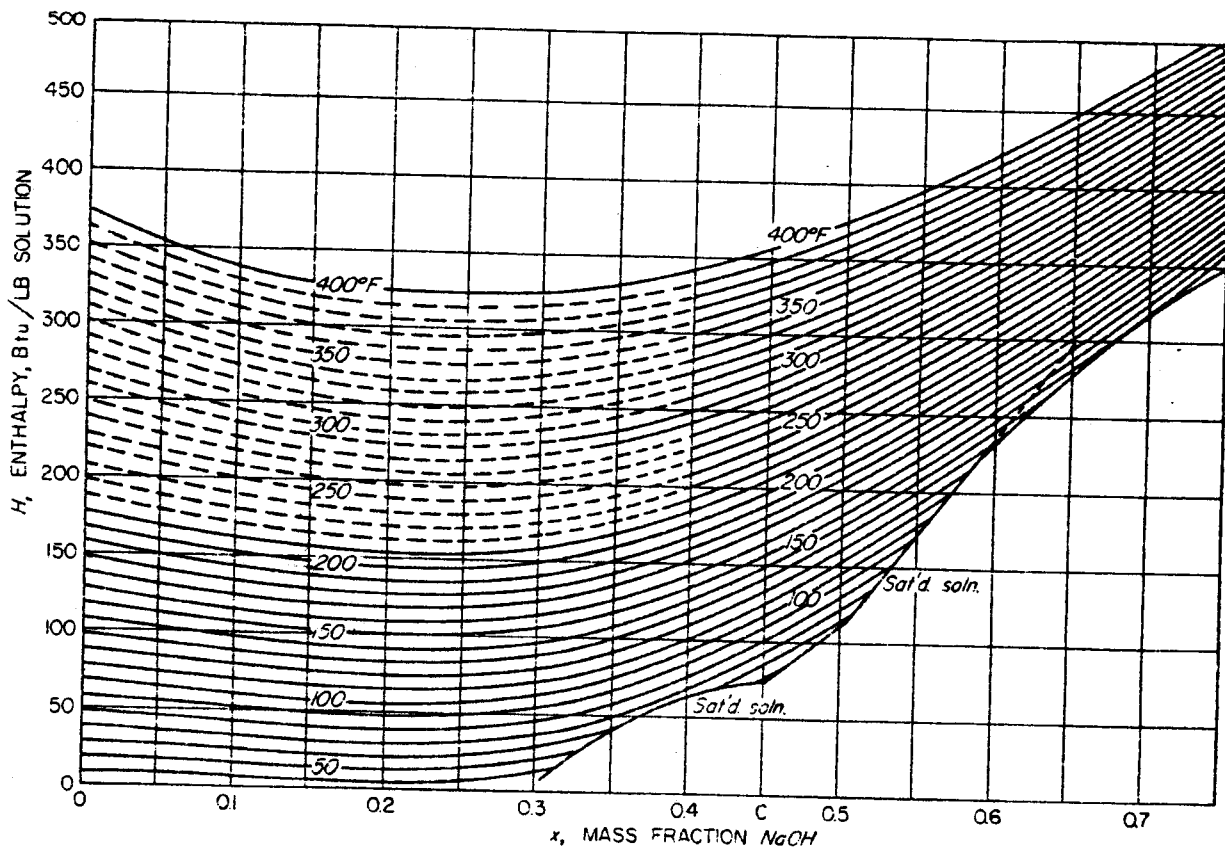


Figure 16-8 Enthalpy-concentration diagram, system sodium hydroxide-water. (After McCabe.<sup>5</sup>)

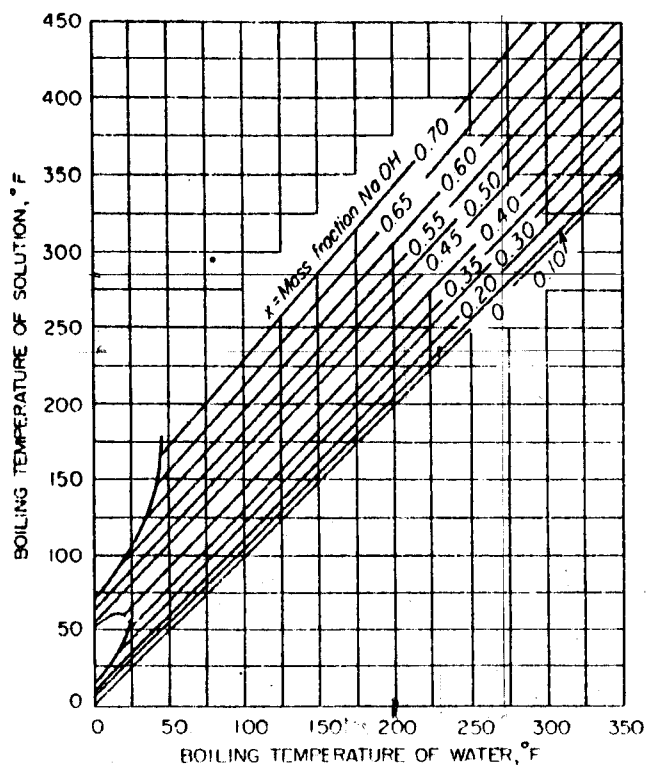


Figure 16-4 Dühring lines, system sodium hydroxide-water. (After McCabe.<sup>5</sup>)



## PROPERTIES OF SATURATED STEAM AND WATER†

Temp. T, °F	Vapor press. $p_A$ lb./in. <sup>2</sup>	Specific vol., ft <sup>3</sup> /lb		Enthalpy, Btu/lb		
		Liquid $v_x$	Sat. vapor $v_y$	Liquid $H_x$	Vaporiza- tion $\lambda$	Sat. vapor $H_y$
32	0.08854	0.01602	3,306	0.00	1075.8	1075.8
35	0.09995	0.01602	2,947	3.02	1074.1	1077.1
40	0.12170	0.01602	2,444	8.05	1071.3	1079.3
45	0.14752	0.01602	2,036.4	13.06	1068.4	1081.5
50	0.17811	0.01603	1,703.2	18.07	1065.6	1083.7
55	0.2141	0.01603	1,430.7	23.07	1062.7	1085.8
60	0.2563	0.01604	1,206.7	28.06	1059.9	1088.0
65	0.3056	0.01605	1,021.4	33.05	1057.1	1090.2
70	0.3631	0.01606	867.9	38.04	1054.3	1092.3
75	0.4298	0.01607	740.0	43.03	1051.5	1094.5
80	0.5069	0.01608	633.1	48.02	1048.6	1096.6
85	0.5959	0.01609	543.5	53.00	1045.8	1098.8
90	0.6982	0.01610	468.0	57.99	1042.9	1100.9
95	0.8153	0.01612	404.5	62.98	1040.1	1103.1
100	0.9492	0.01613	350.4	67.97	1037.2	1105.2
110	1.2748	0.01617	265.4	77.94	1031.6	1109.5
120	1.6924	0.01620	203.27	87.92	1025.8	1113.7
130	2.2225	0.01625	157.34	97.90	1020.0	1117.9
140	2.8886	0.01629	123.01	107.89	1014.1	1122.0
150	3.718	0.01634	97.07	117.89	1008.2	1126.1
160	4.741	0.01639	77.29	127.89	1002.3	1130.2
170	5.992	0.01645	62.06	137.90	996.3	1134.2
180	7.510	0.01651	50.23	147.92	990.2	1138.1
190	9.339	0.01657	40.96	157.95	984.1	1142.0
200	11.526	0.01663	33.64	167.99	977.9	1145.9
210	14.123	0.01670	27.82	178.05	971.6	1149.7
220	17.186	0.01677	23.15	188.07	965.2	1153.4
230	20.780	0.01684	19.382	198.13	958.8	1157.0
240	24.969	0.01692	16.323	208.34	952.2	1160.5
250	29.825	0.01700	13.821	218.48	945.5	1164.0
260	35.429	0.01709	11.763	228.64	938.7	1167.3
270	41.858	0.01717	10.061	238.84	931.8	1170.6
280	49.203	0.01726	8.645	249.06	924.7	1173.8
290	57.556	0.01735	7.461	259.31	917.5	1176.8
300	67.013	0.01745	6.466	269.59	910.1	1179.7
310	77.68	0.01755	5.626	279.92	902.6	1182.5
320	89.66	0.01765	4.914	290.28	894.9	1185.2
330	103.06	0.01776	4.307	300.68	887.0	1187.7
340	118.01	0.01787	3.788	311.13	879.0	1190.1
350	134.63	0.01799	3.342	321.63	870.7	1192.3
360	153.04	0.01811	2.957	332.18	862.2	1194.4
370	173.37	0.01823	2.625	342.79	853.5	1196.3
380	195.77	0.01836	2.335	353.45	844.6	1198.1
390	220.37	0.01850	2.0836	364.17	835.4	1199.6
400	247.31	0.01864	1.8633	374.97	826.0	1201.0
410	276.75	0.01878	1.6700	385.83	816.3	1202.1
420	308.83	0.01894	1.5000	396.77	806.3	1203.1
430	343.72	0.01910	1.3499	407.79	796.0	1203.8
440	381.59	0.01926	1.2171	418.90	785.4	1204.3
450	422.6	0.0194	1.0993	430.1	774.5	1204.6

† Abstracted from abridged edition of "Thermodynamic Properties of Steam," by Joseph H. Keenan and Fredrick G. Keyes, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1937, with the permission of the authors and publisher.