

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA  
Peperiksaan Semester Tambahan  
Sidang Akademik 1989/90

Jun 1990

IKK 304/2 - Operasi Unit II

Masa: [2 jam]

---

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

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

1. Suatu penyejat kesan-tunggal akan digunakan untuk memekatkan 21,000 lb/h larutan 20% NaOH ke 55% pepejal. Tekanan tolok bagi stim ialah 20 psig; tekanan mutlak di dalam ruang wap ialah 1.93 psia. Koefisien pemindahan haba keseluruhan ialah 300 Btu/ft<sup>2</sup>-h-°F. Suhu suapan ialah 100°F. Hitungkan amaun stim diguna, ekonomi, dan luas permukaan pemanasan yang dikehendaki.

Imbangan entalpi

$$q = \dot{m}_s \lambda_s = (\dot{m}_f - \dot{m})H_v - \dot{m}_f H_f + \dot{m}H$$

$$H_v = 1149 \text{ Btu/lb}$$

$$1 \text{ atm} = 14.7 \text{ psia} = 760 \text{ mmHg}$$

[100/100]

2. Suatu dinding relau mengandungi selapisan bata tanah api tebalnya 200 mm, selapisan batu Sil-o-cel tebalnya 100 mm, dan suatu plat keluli tebalnya 6 mm. Sisi api tahanapi itu adalah pada suhu 1150°C, dan di luar plat keluli suhu ialah 30°C. Kerugian haba dari dinding ialah 300 W/m<sup>2</sup>. Didapati bahawa selapisan nipis udara berwujud di antara lapisan bata dan keluli. Apakah ketebalan "lapisan" udara ini? Kekonduktifan termal bagi lapisan-lapisan ini ialah 1.52 W/m-°C bagi bata tanah tahanapi, 0.138 W/m-°C bagi bata Sil-o-cel dan 45 W/m-°C bagi keluli. Anggapkan k bagi udara bernilai 0.138 W/m-°C.

[100/100]

3. Suatu penukar haba aliran arus lawan dwipaip menggunakan minyak ( $C_p = 0.48 \text{ Btu/lb-}^\circ\text{F}$ ) pada suhu awal  $420^\circ\text{F}$  untuk memanaskan air yang mengalir pada  $350 \text{ lb/h}$  dari  $60^\circ\text{F}$  hingga  $110^\circ\text{F}$ . Kadar aliran bagi minyak ialah  $620 \text{ lb/h}$ .
- (a) Apakah luas pemindahan haba dikehendaki jika nilai koefisien pemindahan haba keseluruhan ialah  $65 \text{ Btu/ft}^2\text{-h-}^\circ\text{F}$ ? (b) Tentukan bilangan unit pemindahan ( $N = \text{NTU}$ ).
- (c) Hitungkan keberkesanan penukar haba ini.

Diberi :

$$C_p \text{ (air)} = 1.00 \text{ Btu/lb-}^\circ\text{F}$$

$$N = \text{NTU} = UA/C_{\min}$$

$$C = C_{\min}/C_{\max}$$

$$\eta_H = (1 - e^{-N(1-C)}) / (1 - Ce^{-N(1-C)})$$

$$\eta_H = (1 - e^{-N(1+C)}) / (1 + C)$$

[100/100]

4. Suatu tiub kuprum yang bergarispusat  $0.025 \text{ m}$  akan digunakan untuk memanaskan suatu bendalir dari  $15^\circ\text{C}$  hingga  $65^\circ\text{C}$ . Permukaan luaran tiub dibelit secara seragam dengan suatu pemanas jalur elektrik bagi menyediakan fluks haba dinding yang seragam. Bendalir itu mengalir pada  $0.055 \text{ m/s}$ . Hitungkan: (a) fluks haba yang diperlukan untuk menghasilkan perubahan suhu yang dinyatakan dan (b) suhu permukaan bagi tiub panjangnya  $3.05 \text{ m}$ . Untuk bendalir ini,

IKK 304/2

$$\rho = 815 \text{ kg m}^{-3}, C_p = 2.1 \text{ kJkg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$\mu/\rho = 9.5 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}, k = 0.12 \text{ Jm}^{-1}\text{s}^{-1}\text{C}^{-1}$$

Abaikan kesan dinding ke atas kelikatan.

[100/100]

ooooooooo00000ooooooooo

LAMPIRAN

PROPERTIES OF SATURATED STEAM AND WATER†

Temp. T, °F	Vapor press. $p_s$ , lb./in. <sup>2</sup>	Specific vol., ft <sup>3</sup> /lb		Enthalpy, Btu/lb		
		Liquid $v_f$	Sat. vapor $v_g$	Liquid $h_f$	Vaporization $h_{fg}$	Sat. vapor $h_g$
32	0.08854	0.01602	3.306	0.00	1075.8	1075.8
35	0.09993	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	2.2223	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
212	14.696	0.01672	26.80	180.07	970.3	1150.4
220	17.186	0.01677	23.15	188.13	965.2	1153.4
230	20.780	0.01684	19.382	198.23	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.

## LAMPIRAN

## conversion factors

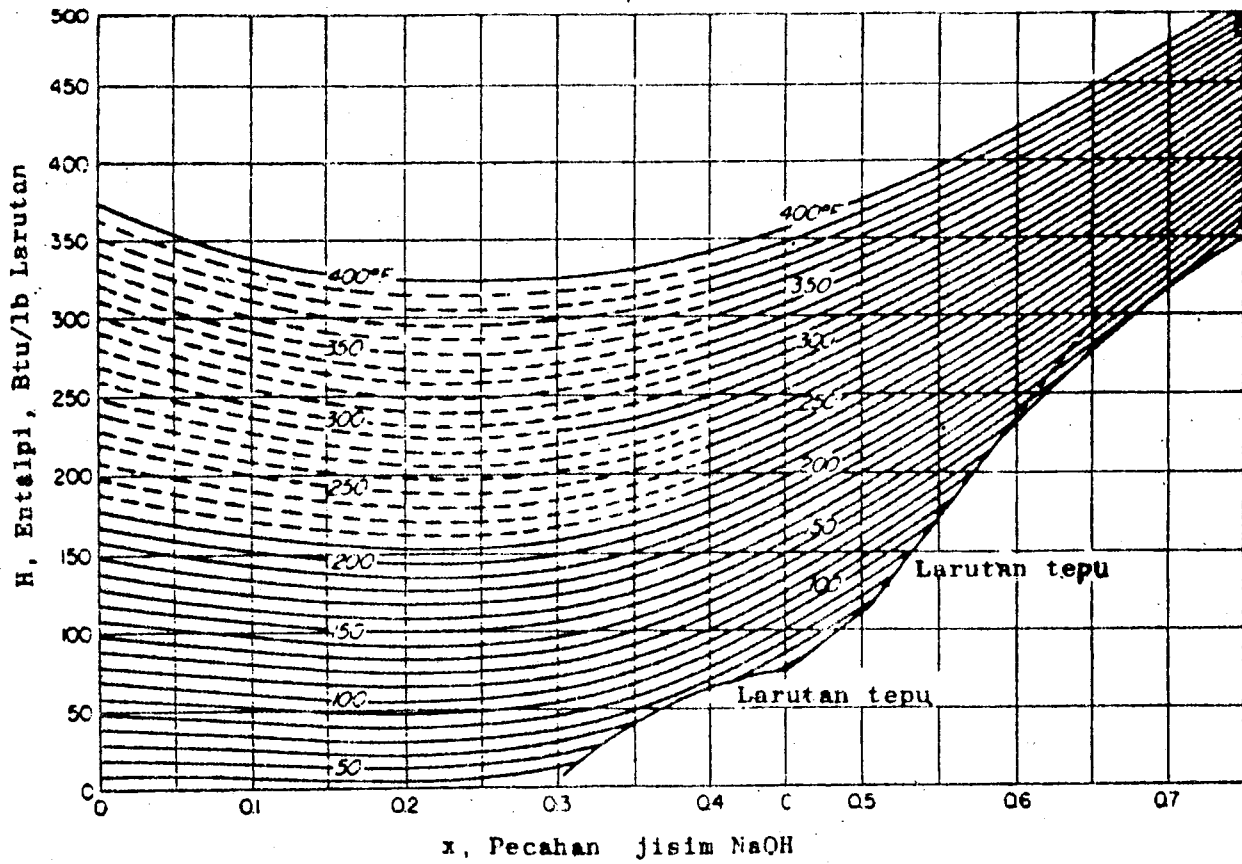
Quantity	Symbol	Factor
Density	$\rho$	1 lb/ft <sup>3</sup> = $\frac{1}{62.428}$ 1 g/cm <sup>3</sup>
Heat	$Q$	1 Btu/1 cal † = 251.996
Length	$L$	1 yd/1 m = 3,000/3,037 † 1 in./1 cm = 2.54 1 ft/1 cm = 30.48
Mass	$m$	1 lb/1 g = 453.5924277 †
Mechanical energy	$E_m$	1 joule/1 erg = 10 <sup>7</sup> † 1 joule/1 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 = 980.665 † 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 = 0.74548 1 hp/1 kw = 0.74548
Specific heat	$c$	1 cal/(g)(°C) = 1 † 1 Btu/(lb)(°F) = 1 †
Temperature difference	$\Delta T$	1°C/1°F = 1.8 †
Viscosity	$\mu$	1 centipoise = 6.72 × 10 <sup>-4</sup> 1 lb <sub>f</sub> /ft-sec = 2.42 1 centipoise = 2.42 1 lb <sub>f</sub> /ft-hr = 2.089 × 10 <sup>-4</sup>
Volume	$V$	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) caloric.

‡ Exact value, by definition.

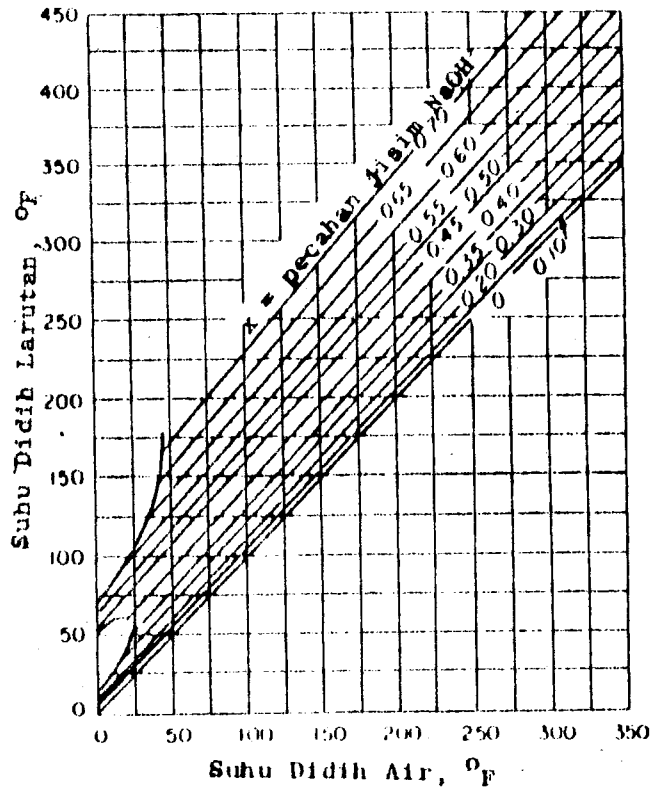
§ At density of 13.5951 g/cm<sup>3</sup>.

LAMPIRAN



RAJAH. Gambarajah entalpi-kepekatan, sistem NaOH-H<sub>2</sub>O.

LAMPIRAN



RAJAH. Garis Duhring, sistem NaOH-H<sub>2</sub>O.

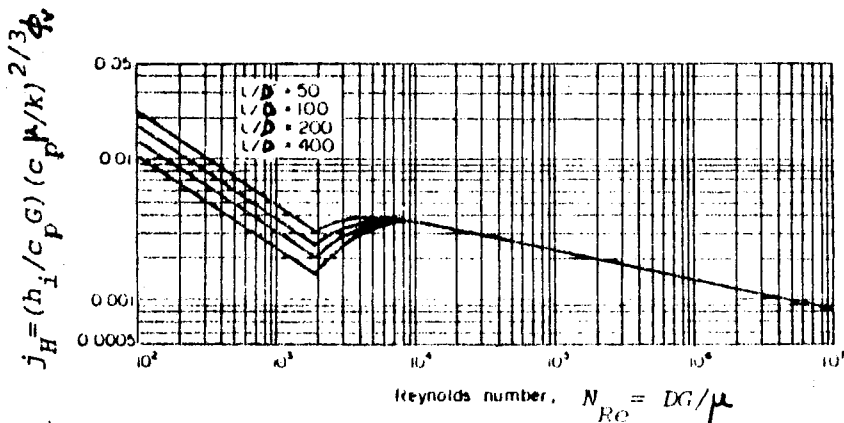


FIG. Effect of length:diameter ratio on heat transfer coefficient.

oooooooooooooooooooo