

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang
Sidang Akademik 1994/95

Jun 1995

IKK 304/2 - OPERASI UNIT II

Masa : [2 Jam]

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

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

1. (a) Suatu minyak ringan panas akan disejukkan dengan air di dalam suatu penukar haba dwipaip dari 250 hingga 170°F. Suhu air dinaikkan dari 90 ke 150°F. Jika kadar aliran minyak ialah 2200 lb/h dan C_p untuk minyak ialah 0.56 Btu/lb-°F, (i) kirakan kadar aliran air. Jika $U_o = 45$ Btu/h-ft²°F, kirakan $\overline{\Delta T}_L$ untuk (ii) penukar haba aliran selari, (iii) penukar haba aliran aruslawan. C_p untuk air ialah 1 Btu/lb-°F.

(50/100)

- (b) Suatu cecair memasuki sisi tiub di dalam suatu penukar haba petala dan tiub pada 150°F dan keluar pada 300°F. Garispusat setiap tiub ialah 1.00 in.

Sifat	150°F	300°F	Unit
Ketumpatan	54.3	51.8	lb/ft ³
Kelikatan	530×10^{-5}	83×10^{-5}	lb/ft-s
k	0.075	0.073	Btu/h-ft-°F
N_{pr}	122	22	

Cecair itu mengalir menerusi tiub-tiub pada kadar 1200 gal/min. Penukar haba itu mempunyai 60 tiub. Dapatkan koefisien pemindahan haba sisi-tiub. Abaikan kesan dinding.

$$N_{Nu} = 2 \left(\frac{\pi D}{4L} N_{Re} N_{pr} \right)^{1/3} \quad (\text{berlamina})$$

$$N_{Nu} = 0.023 N_{Re}^{0.8} N_{pr}^{1/3} \quad (\text{bergolak})$$

(50/100)

2. (a) Bincangkan tentang pemindahan haba kondensasi.

(20/100)

- (b) Suatu paip keluli yang bergarispusat dalaman 0.15m membawa stim tepu pada 170°C. Paip itu ditebatkan dengan 0.05m paip magnesia 85%. Di luar lapisan magnesia ini ialah selapisan gabus tebalnya 0.015m. Suhu di luar gabus ialah 20°C. Kekonduktifan termal masing-masing bagi keluli ialah 26, bagi magnesia 0.034, dan bagi gabus 0.03 Btu/ft-h-°F. Kirakan (i) kehilangan haba dari 100 ft paip dalam unit Btu/h. (ii) Suhu-suhu di antara logam dan magnesia, dan di antara magnesia dan gabus.

(80/100)

3. (a) Ceritakan tentang lima jenis penukar haba.

(20/100)

- (b) Suatu minyak mengalir menerusi satu paip yang bergarispusat 75mm pada 1 m/s. Minyak itu dipanaskan dengan stim yang mengalir di luar paip. Koefisien pemindahan haba filem-stim, h_o , ialah 11 $\text{kW/m}^2\text{-}^\circ\text{C}$. Pada suatu titik sepanjang paip, suhu minyak ialah 50°C , ketumpatannya 880 kg/m^3 , kelikatannya 2.1 cP, kekonduktifan termalnya $0.135 \text{ W/m-}^\circ\text{C}$, dan muatan habanya $2.17 \text{ J/g-}^\circ\text{C}$. Apakah koefisien pemindahan haba keseluruhan pada titik ini berdasarkan kepada luas dalaman paip? Jika suhu stim ialah 120°C , apakah fluks haba pada titik ini berdasarkan kepada luas luar paip? k_m untuk paip ialah $45 \text{ W/m-}^\circ\text{C}$. Tebalnya paip ialah 0.0055m.

(80/100)

4. (a) Bincangkan tentang pembetulan untuk Perbezaan Suhu Purata Logaritma.

(10/100)

- (b) Ceritakan tentang pendidihan tepu.

(15/100)

- (c) Suatu penyejat kesan-tunggal akan memekat 26000 lb/h larutan NaOH dari 20% hingga 50% pepejal. Tekanan stim yang digunakan ialah $34.7 \text{ lb}_f/\text{in}^2$. Tekanan mutlak di dalam ruang wap ialah $1.93 \text{ lb}_f/\text{in}^2$. Koefisien keseluruhan ialah $300 \text{ Btu}/\text{ft}^2\text{-h-}^\circ\text{F}$. Suhu suap ialah 100°F . Hitungkan amaun stim digunakan, ekonomi, dan luas permukaan pemanasan yang diperlu. Entalpi wap air superpanas pada 197°F dan $1.93 \text{ lb}_f/\text{in}^2$ ialah $1149 \text{ Btu}/\text{lb}$.

(75/100)

To convert from	To	Multiply by†
acre	ft ²	43,560*
	m ²	4,046.85
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	1,055.06
	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
Btu-ft/ft ² -h-°F	W-m/m ² -°C	1.73073
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	3,600*
hp	Btu/h	2,544.43
	kW	0.74570
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	3,412.1
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	1.3652 × 10 ⁻³
	g mol/cm ² -s	1.3652 × 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	1,016
	lb	2,240*
ton (short)	lb	2,000*
ton (metric)	kg	1,000*
	lb	2,204.6
yd	ft	3*
	m	0.9144*

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.

PROPERTIES OF SATURATED STEAM AND WATER†

Temperature T , °F	Vapor pressure p_A , lb _f /in. ²	Specific volume, ft ³ /lb		Enthalpy, Btu/lb		
		Liquid v_x	Saturated vapor v_y	Liquid H_x	Vaporization λ	Saturated vapor H_y
32	0.08859	0.016022	3305	0	1075.4	1075.4
35	0.09992	0.016021	2948	3.00	1073.7	1076.7
40	0.12166	0.016020	2445	8.02	1070.9	1078.9
45	0.14748	0.016021	2037	13.04	1068.1	1081.1
50	0.17803	0.016024	1704.2	18.06	1065.2	1083.3
55	0.2140	0.016029	1431.4	23.07	1062.4	1085.5
60	0.2563	0.016035	1206.9	28.08	1059.6	1087.7
65	0.3057	0.016042	1021.5	33.09	1056.8	1089.9
70	0.3632	0.016051	867.7	38.09	1054.0	1092.0
75	0.4300	0.016061	739.7	43.09	1051.1	1094.2
80	0.5073	0.016073	632.8	48.09	1048.3	1096.4
85	0.5964	0.016085	543.1	53.08	1045.5	1098.6
90	0.6988	0.016099	467.7	58.07	1042.7	1100.7
95	0.8162	0.016114	404.0	63.06	1039.8	1102.9
100	0.9503	0.016130	350.0	68.05	1037.0	1105.0
110	1.2763	0.016166	265.1	78.02	1031.4	1109.3
120	1.6945	0.016205	203.0	88.00	1025.5	1113.5
130	2.225	0.016247	157.17	97.98	1019.8	1117.8
140	2.892	0.016293	122.88	107.96	1014.0	1121.9
150	3.722	0.016343	96.99	117.96	1008.1	1126.1
160	4.745	0.016395	77.23	127.96	1002.2	1130.1
170	5.996	0.016450	62.02	137.97	996.2	1134.2
180	7.515	0.016509	50.20	147.99	990.2	1138.2
190	9.343	0.016570	40.95	158.03	984.1	1142.1
200	11.529	0.016634	33.63	168.07	977.9	1145.9
210	14.125	0.016702	27.82	178.14	971.6	1149.7
212	14.698	0.016716	26.80	180.16	970.3	1150.5
220	17.188	0.016772	23.15	188.22	965.3	1153.5
230	20.78	0.016845	19.386	198.32	958.8	1157.1
240	24.97	0.016922	16.327	208.44	952.3	1160.7
250	29.82	0.017001	13.826	218.59	945.6	1164.2
260	35.42	0.017084	11.768	228.76	938.8	1167.6
270	41.85	0.017170	10.066	238.95	932.0	1170.9
280	49.18	0.017259	8.650	249.18	924.9	1174.1
290	57.53	0.017352	7.467	259.44	917.8	1177.2
300	66.98	0.017448	6.472	269.73	910.4	1180.2
310	77.64	0.017548	5.632	280.06	903.0	1183.0
320	89.60	0.017652	4.919	290.43	895.3	1185.8
340	117.93	0.017872	3.792	311.30	879.5	1190.8
350	134.53	0.017988	3.346	321.80	871.3	1193.1
360	152.92	0.018108	2.961	332.35	862.9	1195.2
370	173.23	0.018233	2.628	342.96	854.2	1197.2
380	195.60	0.018363	2.339	353.62	845.4	1199.0
390	220.2	0.018498	2.087	364.34	836.2	1200.6
400	247.1	0.018638	1.8661	375.12	826.8	1202.0
410	276.5	0.018784	1.6726	385.97	817.2	1203.1
420	308.5	0.018936	1.5024	396.89	807.2	1204.1
430	343.3	0.019094	1.3521	407.89	796.9	1204.8
440	381.2	0.019260	1.2192	418.98	786.3	1205.3
450	422.1	0.019433	1.1011	430.2	775.4	1205.6

† Abstracted from *Steam Tables*, by Joseph H. Keenan, Frederick G. Keyes, Philip G. Hill, and Joan G. Moore, John Wiley & Sons, New York, 1969, with the permission of the publisher.

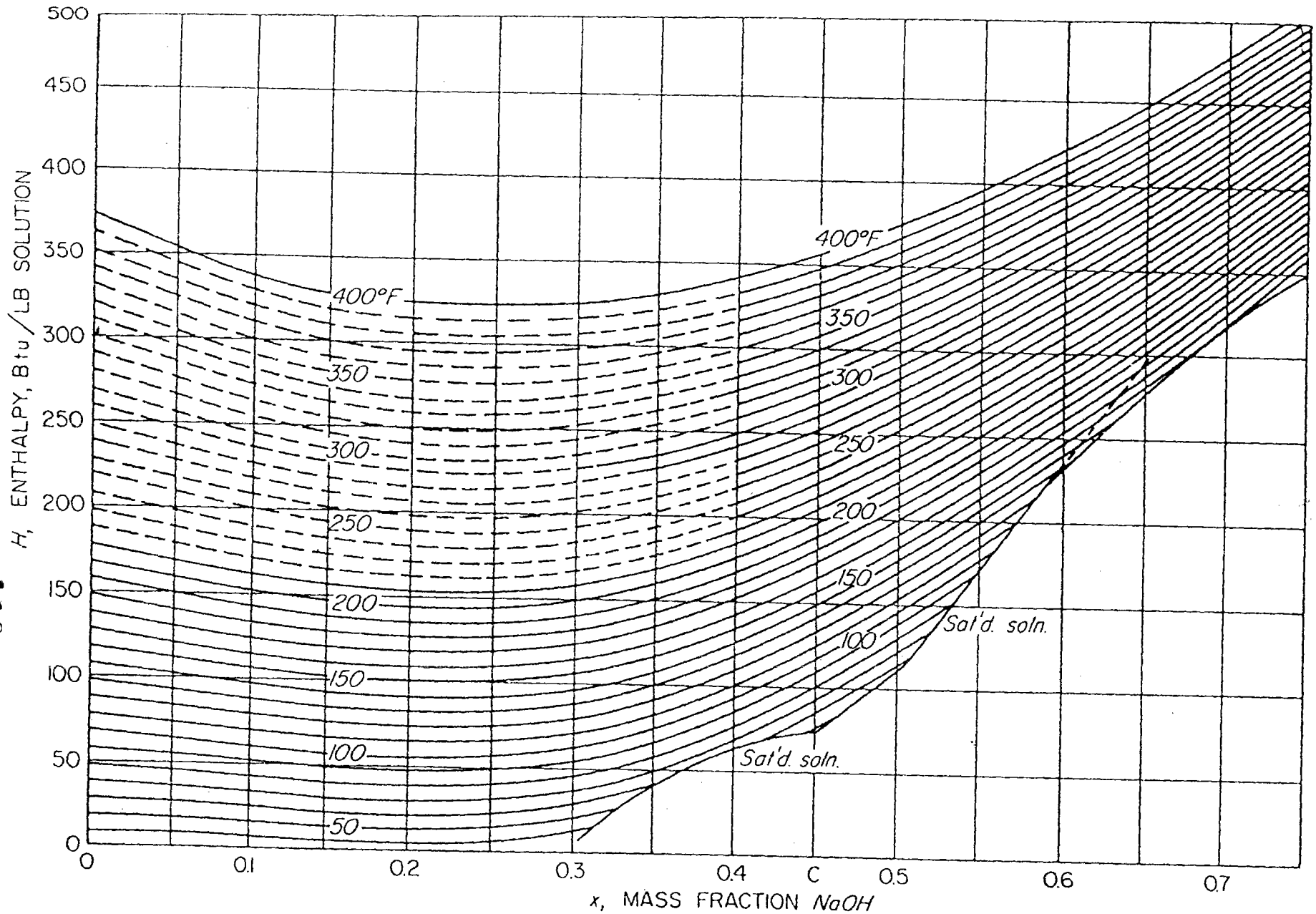


FIGURE
Enthalpy-concentration diagram, system sodium hydroxide—water. Dashed lines represent extrapolated data. (After McCabe⁶.)

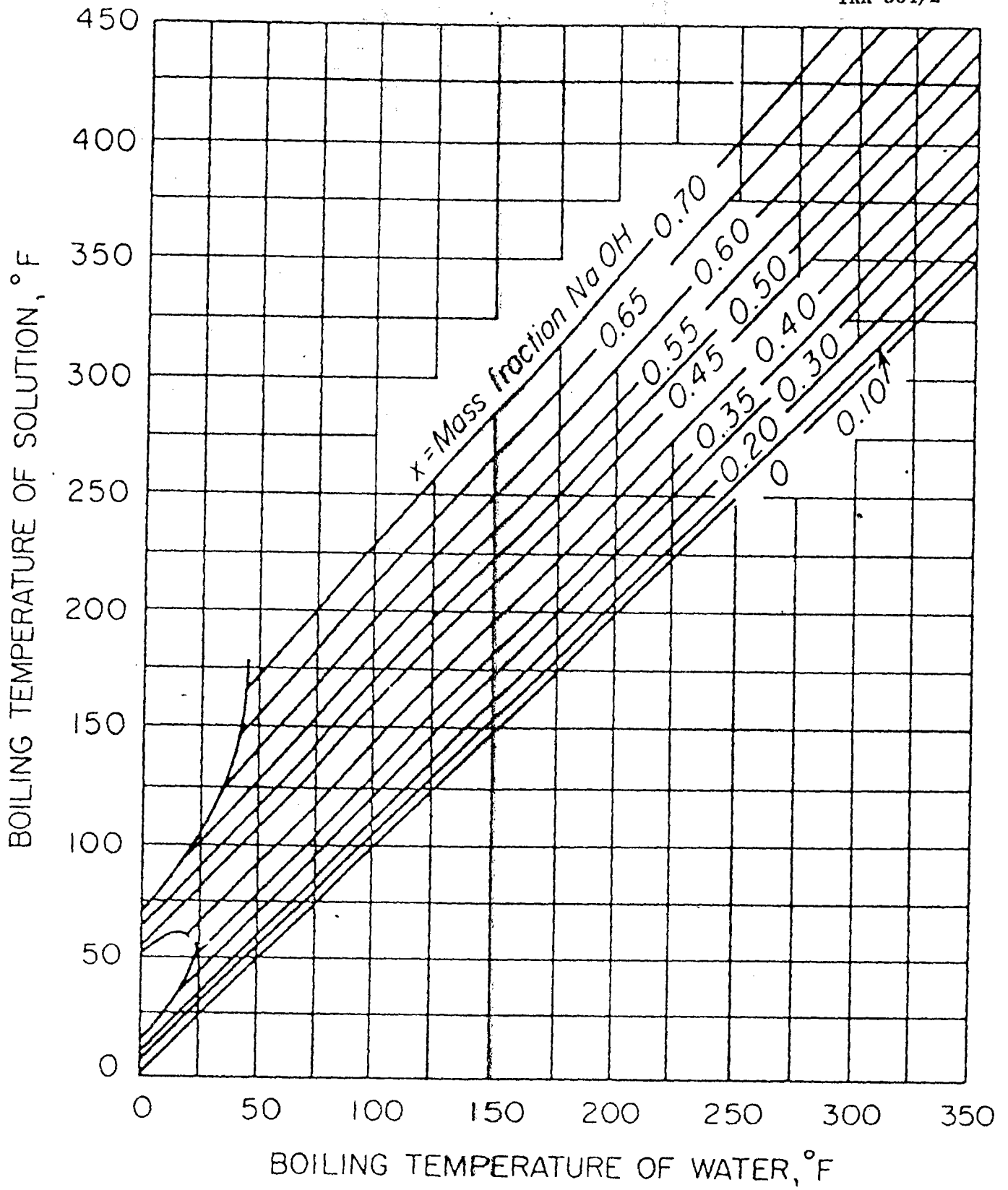


FIGURE
Dühring lines, system sodium hydroxide—water. (After McCabe.⁶)

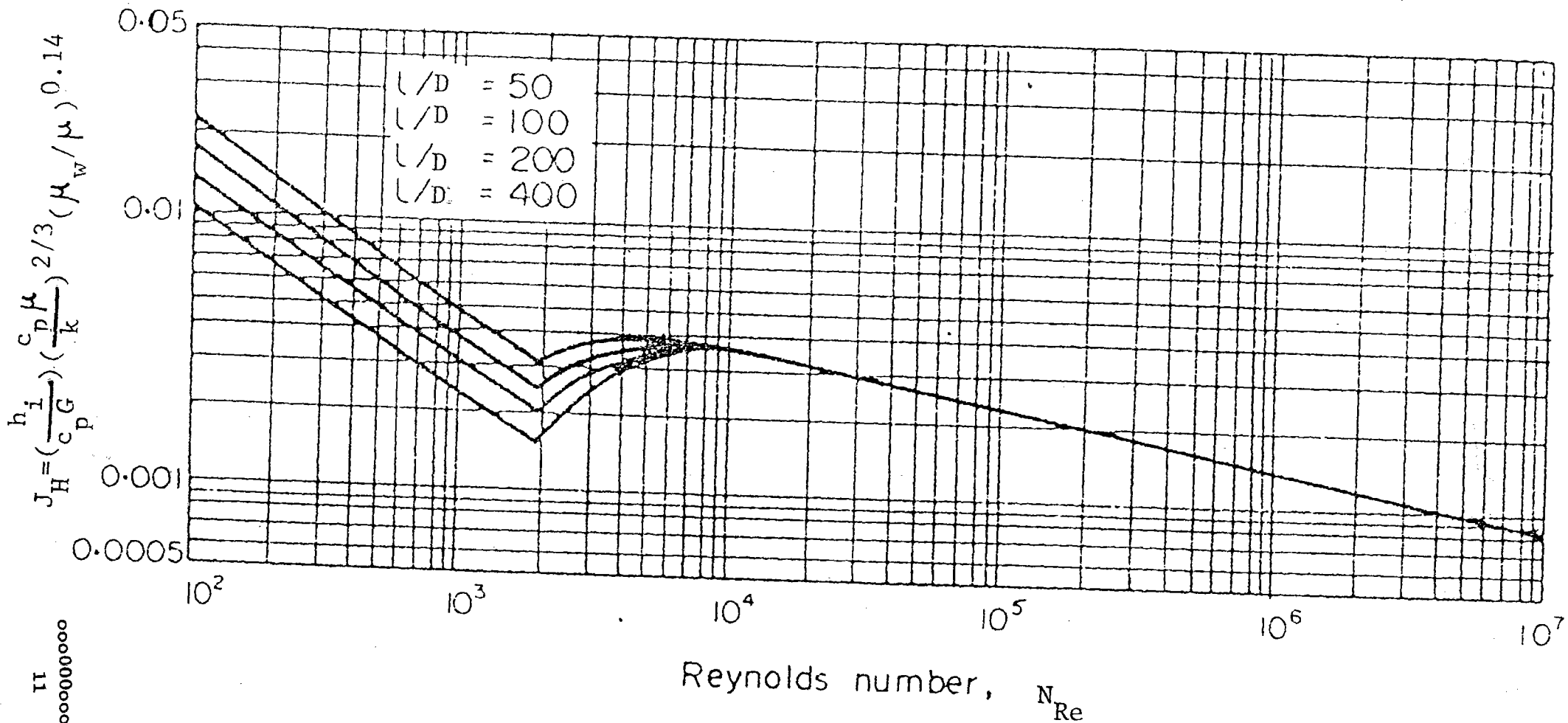


FIG. Effect of length:diameter ratio on heat transfer coefficient.