

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

**Peperiksaan Semester Tambahan
Sidang Akademik 1992/93**

June 1993

IKK 304/2 - OPERASI UNIT II

Masa : [2 Jam]

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi SEPULUH (10) mukasurat (termasuk Lampiran) yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

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

1. Suatu tiub 40 mm OD ditebat dengan selapisan busa silika tebalnya 50 mm yang mempunyai kekonduksian termal $0.055 \text{ W/m}^\circ\text{C}$, diikuti dengan selapisan gabus tebalnya 60 mm dan kekonduksian termalnya $0.05 \text{ W/m}^\circ\text{C}$. Jika suhu di permukaan luar tiub ialah 200°C dan suhu permukaan luar gabus ialah 30°C , hitungkan kehilangan haba dalam watt per meter tiub.

(100 markah)

2. Air pada kadar 200 kg/min memasuki suatu tiub 5.5 cm ID pada suhu 20°C dan dipanaskan hingga 150°C . Suhu dinding tiub ialah 170°C . Dengan menganggap bahawa $L/D > 50$, hitungkan koefisien pemindahan haba individu, dan panjang tiub.

Sifat-sifat air pada 85°C adalah seperti berikut :

$$\rho = 0.9686 \text{ g/cm}^3$$

$$c_p = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

$$\mu = 0.337 \text{ g/m-s}$$

$$k = 0.673 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$\mu_w = 0.105 \text{ g/m-s}$$

(100 markah)

3. Sebuah penyejat memuatkan F kg/j pada 311°K , dari 15% larutan NaOH ke 60%. Stim tepu yang digunakan untuk memanaskan ialah pada suhu 400°K . Tekanan pada ruang wap penyejat ialah 13.3 kPa absolute. Koefisien keseluruhan pemindahan haba ialah $1300 \text{ W/m}^2\text{K}$ dan luas kawasan A ialah 90 m^2 .

(i) Berapakah kadar suapan F bagi penyejat

(50 markah)

(ii) Berapakah nilai ekonomi stim

(50 markah)

4. Sebatang paip keluli teroksida mengandungi stim berukuran garis rentas OD, 0.1683 m. Suhu permukaan ialah 374.9°K dan ia terdedah kepada udara pada suhu 297.1°K di dalam kepungan yang luas. Kirakan haba yang hilang untuk paip panjangnya 0.305 m menerusi olakkan semulajadi dan sinaran. Untuk paip keluli gunakan nilai $\epsilon = 0.79$.

Diberi

$$\sigma = 5.676 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}.$$

$$h_c = \left(\frac{\Delta T}{D} \right)^{\frac{1}{4}}$$

(100 markah)

5. Dinding luar sebuah rumah diperbuat dari batu-batu setebal 4 inci ($k = 0.7 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$) diikuti dengan 1.5 inci plaster gypsum ($k = 0.48 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$). Berapakah tebal penebatan jenis kain wool yang diperlukan ($k = 0.065 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$) untuk mengurangkan haba yang hilang (atau gandaan) menerusi dinding sebanyak 80 peratus pada tiap unit luas.

Diberi

$$q = \frac{\Delta T}{\Sigma R}$$

(100 markah)

oooooooooooo0000000000oooooooooooo

CONVERSION FACTORS AND CONSTANTS OF NATURE

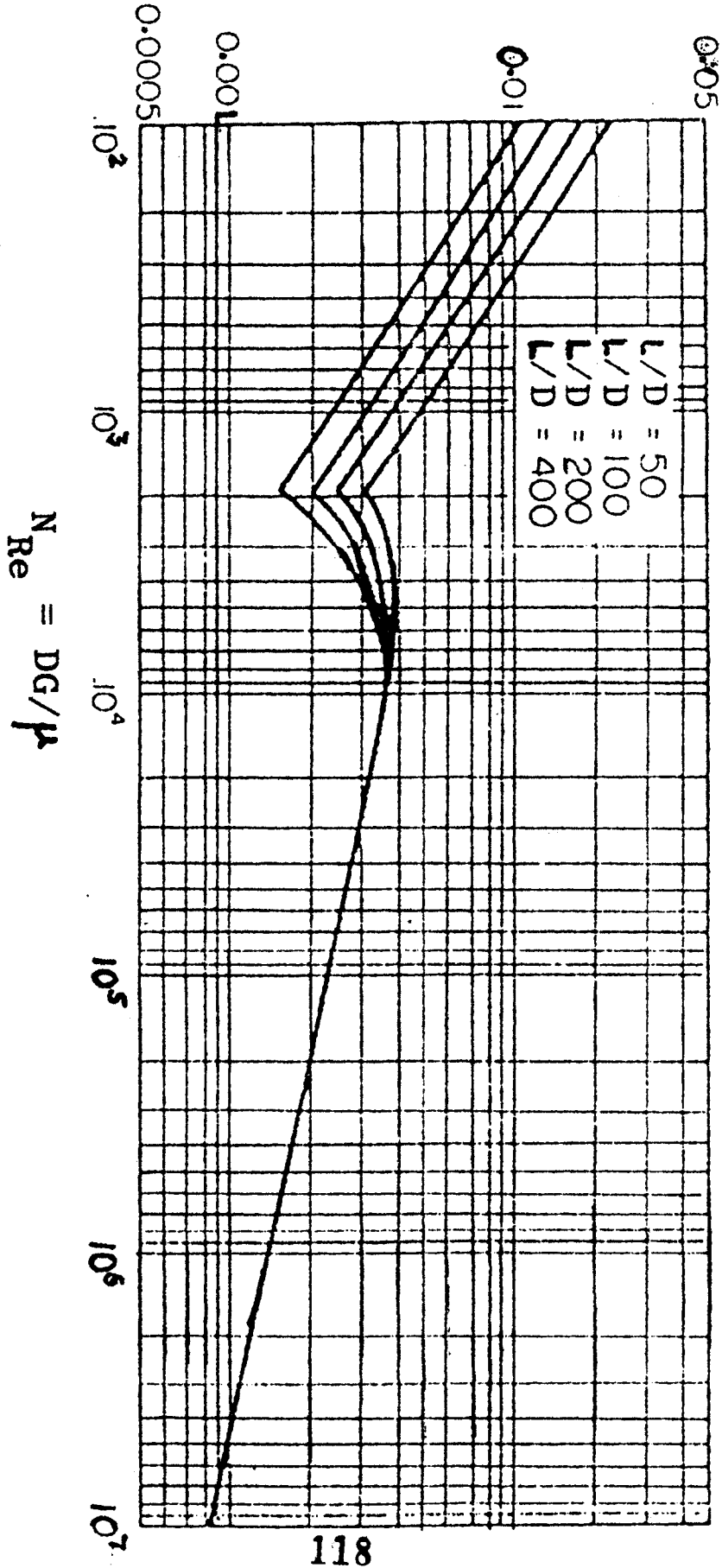
IKK 304/2

LAMPIRAN

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 ⁻³
	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 ³ /h	m ³ /s	2.581 × 10 ⁻³
	cm ³ /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*

† Values that end in * are exact, by definition.

$$j_H = \left(\frac{h_i}{c_p G} \right) \left(\frac{c_p \mu}{k} \right)^{2/3} \left(\frac{\mu_w}{\mu} \right)^{0.14}$$

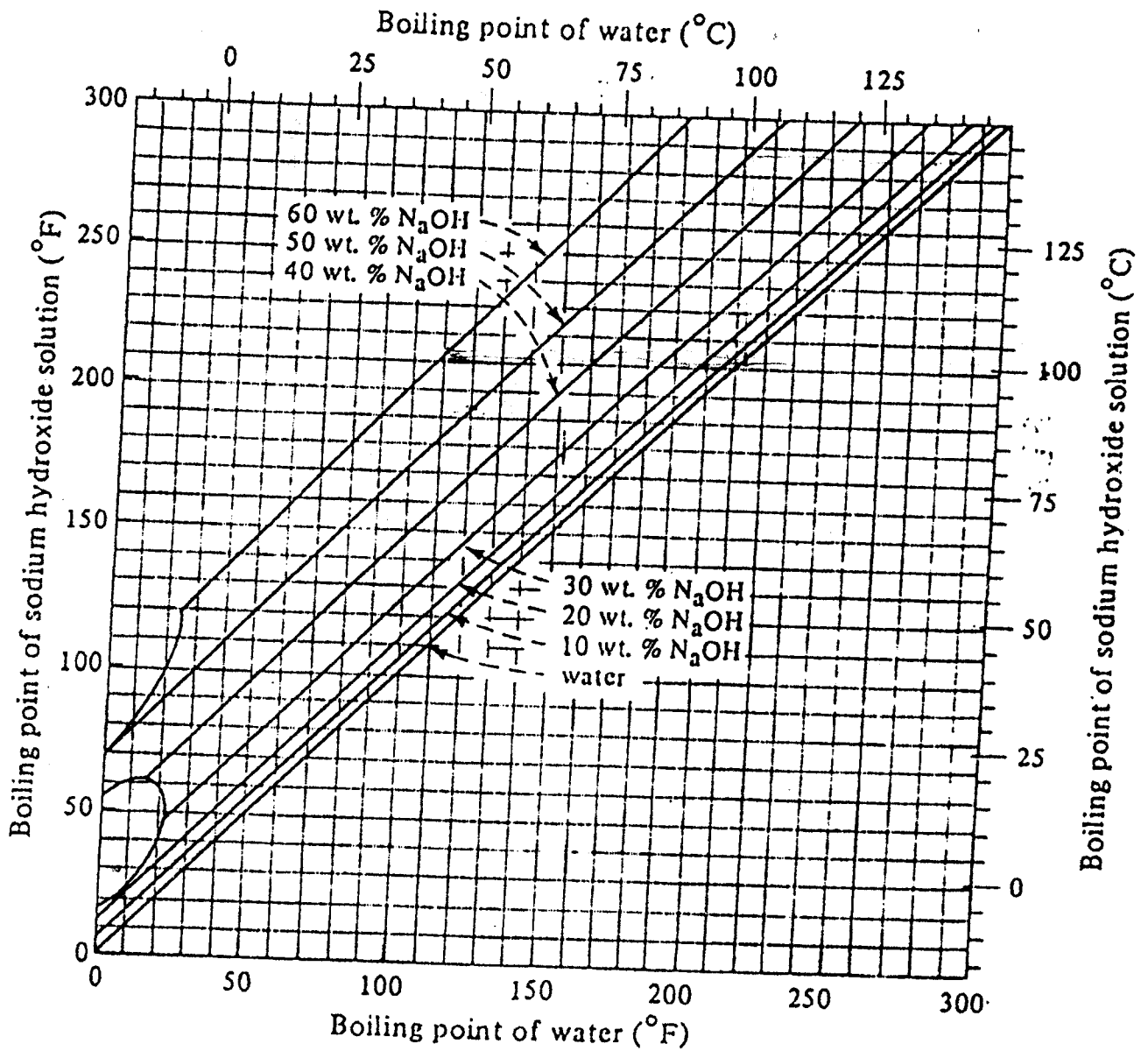


Temperature (°C)	Vapor Pressure (kPa)	Specific Volume (m ³ /kg)		Enthalpy (kJ/kg)		Entropy (kJ/kg·K)	
		Liquid	Sat'd Vapor	Liquid	Sat'd Vapor	Liquid	Sat'd Vapor
0.01	0.6113	0.0010002	206.136	0.00	2501.4	0.0000	9.1562
3	0.7577	0.0010001	168.132	12.57	2506.9	0.0457	9.0773
6	0.9349	0.0010001	137.734	25.20	2512.4	0.0912	9.0003
9	1.1477	0.0010003	113.386	37.80	2517.9	0.1362	8.9253
12	1.4022	0.0010005	93.784	50.41	2523.4	0.1806	8.8524
15	1.7051	0.0010009	77.926	62.99	2528.9	0.2245	8.7814
18	2.0640	0.0010014	65.038	75.58	2534.4	0.2679	8.7123
21	2.487	0.0010020	54.514	88.14	2539.9	0.3109	8.6450
24	2.985	0.0010027	45.883	100.70	2545.4	0.3534	8.5794
25	3.169	0.0010029	43.360	104.89	2547.2	0.3674	8.5580
27	3.567	0.0010035	38.774	113.25	2550.8	0.3954	8.5156
30	4.246	0.0010043	32.894	125.79	2556.3	0.4369	8.4533
33	5.034	0.0010053	28.011	138.33	2561.7	0.4781	8.3927
36	5.947	0.0010063	23.940	150.86	2567.1	0.5188	8.3336
40	7.384	0.0010078	19.523	167.57	2574.3	0.5725	8.2570
45	9.593	0.0010099	15.258	188.45	2583.2	0.6387	8.1648
50	12.349	0.0010121	12.032	209.33	2592.1	0.7038	8.0763
55	15.758	0.0010146	9.568	230.23	2600.9	0.7679	7.9913
60	19.940	0.0010172	7.671	251.13	2609.6	0.8312	7.9096
65	25.03	0.0010199	6.197	272.06	2618.3	0.8935	7.8310
70	31.19	0.0010228	5.042	292.98	2626.8	0.9549	7.7553
75	38.58	0.0010259	4.131	313.93	2635.3	1.0155	7.6824
80	47.39	0.0010291	3.407	334.91	2643.7	1.0753	7.6122
85	57.83	0.0010325	2.828	355.90	2651.9	1.1343	7.5445
90	70.14	0.0010360	2.361	376.92	2660.1	1.1925	7.4791
95	84.55	0.0010397	1.9819	397.96	2668.1	1.2500	7.4159
100	101.35	0.0010435	1.6729	419.04	2676.1	1.3069	7.3549
105	120.82	0.0010475	1.4194	440.15	2683.8	1.3630	7.2958
110	143.27	0.0010516	1.2102	461.30	2691.5	1.4185	7.2387
115	169.06	0.0010559	1.0366	482.48	2699.0	1.4734	7.1833
120	198.53	0.0010603	0.8919	503.71	2706.3	1.5276	7.1296
125	232.1	0.0010649	0.7706	524.99	2713.5	1.5813	7.0775
130	270.1	0.0010697	0.6685	546.31	2720.5	1.6344	7.0269
135	313.0	0.0010746	0.5822	567.69	2727.3	1.6870	6.9777
140	316.3	0.0010797	0.5089	589.13	2733.9	1.7391	6.9299
145	415.4	0.0010850	0.4463	610.63	2740.3	1.7907	6.8833
150	475.8	0.0010905	0.3928	632.20	2746.5	1.8418	6.8379
155	543.1	0.0010961	0.3468	653.84	2752.4	1.8925	6.7935
160	617.8	0.0011020	0.3071	675.55	2758.1	1.9427	6.7502
165	700.5	0.0011080	0.2727	697.34	2763.5	1.9925	6.7078
170	791.7	0.0011143	0.2428	719.21	2768.7	2.0419	6.6663
175	892.0	0.0011207	0.2168	741.17	2773.6	2.0909	6.6256
180	1002.1	0.0011274	0.19405	763.22	2778.2	2.1396	6.5857
190	1254.4	0.0011414	0.15654	807.62	2786.4	2.2359	6.5079
200	1553.8	0.0011565	0.12736	852.45	2793.2	2.3309	6.4323
225	2548	0.0011992	0.07849	966.78	2803.3	2.5639	6.2503
250	3973	0.0012512	0.05013	1085.36	2801.5	2.7927	6.0730
275	5942	0.0013168	0.03279	1210.07	2785.0	3.0208	5.8938
300	8581	0.0010436	0.02167	1344.0	2749.0	3.2534	5.7045

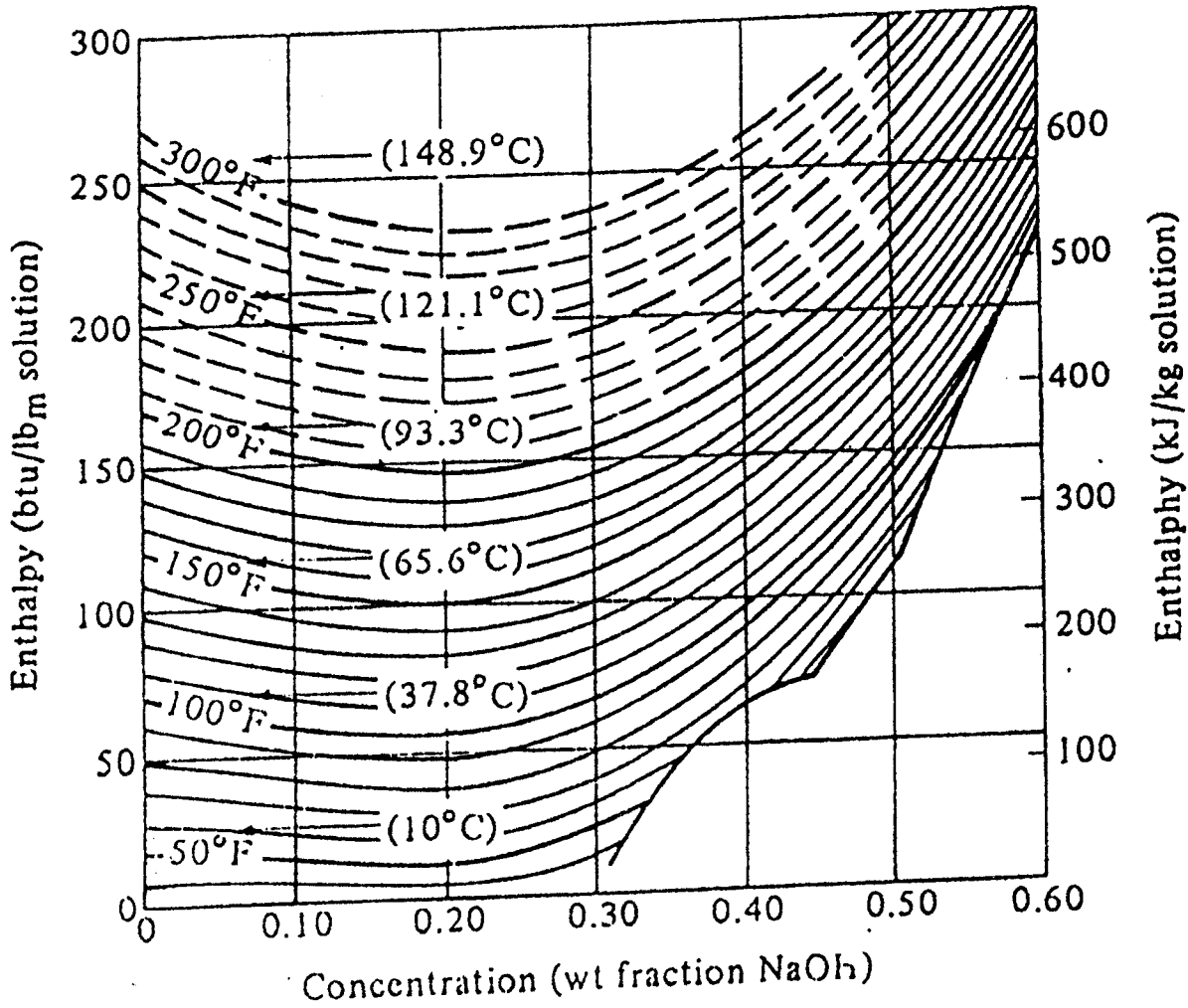
Properties of Superheated Steam (Steam Table), SI Units (v , specific volume, m^3/kg ; H , enthalpy, kJ/kg ; s , entropy, $kJ/kg \cdot K$)

Absolute Pressure, kPa (Sat. Temp., °C)	Temperature (°C)								
	100	150	200	250	300	360	420	500	
10 (45.81)	v	17.196	19.512	21.825	24.136	26.445	29.216	31.986	35.679
	H	2687.5	2783.0	2879.5	2977.3	3076.5	3197.6	3320.9	3489.1
	s	8.4479	8.6882	8.9038	9.1002	9.2813	9.4821	9.6682	9.8978
50 (81.33)	v	3.418	3.889	4.356	4.820	5.284	5.839	6.394	7.134
	H	2682.5	2780.1	2877.7	2976.0	3075.5	3196.8	3320.4	3488.7
	s	7.6947	7.9401	8.1580	8.3556	8.5373	8.7385	8.9249	9.1546
75 (91.78)	v	2.270	2.587	2.900	3.211	3.520	3.891	4.262	4.755
	H	2679.4	2778.2	2876.5	2975.2	3074.9	3196.4	3320.0	3488.4
	s	7.5009	7.7496	7.9690	8.1673	8.3493	8.5508	8.7374	8.9672
100 (99.63)	v	1.6958	1.9364	2.172	2.406	2.639	2.917	3.195	3.565
	H	2672.2	2776.4	2875.3	2974.3	3074.3	3195.9	3319.6	3488.1
	s	7.3614	7.6134	7.8343	8.0333	8.2158	8.4175	8.6042	8.8342
150 (111.37)	v		1.2853	1.4443	1.6012	1.7570	1.9432	2.129	2.376
	H		2772.6	2872.9	2972.7	3073.1	3195.0	3318.9	3487.6
	s		7.4193	7.6433	7.8438	8.0720	8.2293	8.4163	8.6466
400 (143.63)	v		0.4708	0.5342	0.5951	0.6548	0.7257	0.7960	0.8893
	H		2752.8	2860.5	2964.2	3066.8	3190.3	3315.3	3484.9
	s		6.9299	7.1706	7.3789	7.5662	7.7712	7.9598	8.1913
700 (164.97)	v			0.2999	0.3363	0.3714	0.4126	0.4533	0.5070
	H			2844.8	2953.6	3059.1	3184.7	3310.9	3481.7
	s			6.8865	7.1053	7.2979	7.5063	7.6968	7.9299
1000 (179.91)	v			0.2060	0.2327	0.2579	0.2873	0.3162	0.3541
	H			2827.9	2942.6	3051.2	3178.9	3306.5	3478.5
	s			6.6940	6.9247	7.1229	7.3349	7.5275	7.7622
1500 (198.32)	v			0.13248	0.15195	0.16966	0.18988	0.2095	0.2352
	H			2796.8	2923.3	3037.6	31692	3299.1	3473.1
	s			6.4546	6.7090	6.9179	7.1363	7.3323	7.5698
2000 (212.42)	v			0.11144	0.12547	0.14113	0.15616	0.17568	
	H			2902.5	3023.5	3159.3	3291.6	3467.6	
	s			6.5453	6.7664	6.9917	7.1915	7.4317	
2500 (223.99)	v			0.08700	0.09890	0.11186	0.12414	0.13998	
	H			2880.1	3008.8	3149.1	3284.0	3462.1	
	s			6.4085	6.6438	6.8767	7.0803	7.3234	
3000 (233.9Q)	v			0.07058	0.08114	0.09233	0.10279	0.11619	
	H			2855.8	2993.5	3138.7	3276.3	3456.5	
	s			6.2872	6.5390	6.7801	6.9878	7.2338	

Source: Abridged from J. H. Keenan, F. G. Keyes, P. G. Hill, and J. G. Moore, *Steam Tables—Metric Units*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1969. With permission of the authors and publishers.



Dühring lines for aqueous solutions of sodium hydroxide.



Enthalpy-concentration chart for the system NaOH-water. [Reference state liquid water at 0°C (273 K) or 32°F.] [From W. L. McCabe, *Trans. A.I.Ch.E.*, 31, 129 (1935). With permission.]