

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

**Peperiksaan Semester Cuti Panjang
Sidang Akademik 1997/98**

April 1998

IKK 204 & IKK 304 - OPERASI UNIT II

Masa : [2 jam]

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEBELAS (11)** mukasurat yang bercetak sebelum anda mulakan peperiksaan ini.

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

1. (a) Suatu cecair organik disejukkan pada 9500 lb/h dari 250°F ke 200°F di dalam satu penukar haba dwipaip yang mempunyai jumlah luas permukaan $A_o = 70 \text{ ft}^2$. Cecair sejuk ialah toluena yang mengalir pada 8000 lb/h dan memasuki pada 100°F. Garispusat dalam dan luar masing-masing untuk paip dalaman ialah 1.0 in dan 1.1 in. Garispusat dalam untuk paip luaran ialah 2 in. Jika aliran adalah aruslawan, kirakan

- (i) kadar pemindahan haba, Btu/h
- (ii) suhu keluar untuk toluena, °F
- (iii) perbezaan suhu purata logaritma (LMTD), °F
- (iv) koefisien pemindahan haba keseluruhan berdasarkan

$$A_o, \text{ Btu/ft}^2\text{-h-}^\circ\text{F.}$$

$$C_p (\text{cecair}) = 0.56 \text{ Btu/lb-}^\circ\text{F,}$$

$$C_p (\text{toluena}) = 0.43 \text{ Btu/lb-}^\circ\text{F}$$

(50 markah)

(b) Jelaskan tentang perkara berikut berkaitan dengan sinaran haba.

(i) kesan rumah kaca

(ii) faktor bentuk

(50 markah)

2. (a) Suatu minyak ringan dipanaskan dari 60°F hingga 100°F di dalam satu tiub. Halaju minyak ialah 30 ft/s. Garispusat paip ialah 3 in. Jika suhu dinding paip dianggap malar pada 200°F, dan anggapkan $L/D > 50$, kirakan

(i) kadar pemindahan haba, Btu/h

(ii) koefisien pemindahan haba individu, Btu/h-ft²-°F

(iii) panjang paip, ft

Pada suhu purata minyak, 80°F,

$$\mu = 0.02783 \text{ lb/ft-s}$$

$$k = 0.077 \text{ Btu/h-ft-}^\circ\text{F}$$

$$C_p = 0.44 \text{ Btu/lb-}^\circ\text{F}$$

$$\rho = 56.8 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu_w = 0.0025 \text{ lb/ft-s}$$

(50 markah)

- (b) (i) Untuk suatu jasad kecil (label 1) di dalam suatu persekitaran (label 2) yang suhu masing-masingnya seragam, kita boleh tuliskan pertukaran haba bersih jika mengandaikan persekitaran sebagai suatu jasad hitam melalui persamaan

$$Q_{12} = \sigma A_1 \epsilon_1 (T_1^4 - T_2^4)$$

Buktikan persamaan di atas bermula dengan

$$Q_{12} = Q_{1-2} - Q_{2-1}$$

(25 markah)

- (ii) Suatu paip panjang (garis pusat 5 sm) melalui suatu bilik dan terdedah pada udara (tekanan atmosfera, suhu 20°C). Suhu permukaan paip ialah 93°C. Jika emisiviti paip ialah 0.6, kira kehilangan haba bagi setiap meter paip.

$$\sigma = 5.669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$$

(25 markah)

3. (a) Minyak mengalir menerusi suatu paip besi 50 mm ID pada 1 m/s. Ia dipanaskan dengan stim di luar paip dan koefisien filem stim ialah $11 \text{ kW/m}^2\text{-}^\circ\text{C}$. Pada sebarang titik sepanjang paip, minyak ialah pada 50°C , ketumpatannya 880 kg/m^3 , kelikatannya 2.1 cP , $k = 0.135 \text{ W/m-}^\circ\text{C}$, dan $C_p = 2.17 \text{ J/g-}^\circ\text{C}$. Apakah koefisien pemindahan haba keseluruhan pada titik ini, berdasarkan kepada luas dalaman paip? Jika suhu stim ialah 130°C , apakah fluks haba pada titik ini, berdasarkan kepada luas luaran paip? $1 \text{ cP} = 10^{-3} \text{ kg/m-s}$, $k_m = 45 \text{ W/m-}^\circ\text{C}$, $X_w = 0.0039 \text{ m}$, $U_o D_o = U_i D_i$.

(50 markah)

- (b) Bincangkan sekurang-kurangnya tiga (3) perkara yang mempengaruhi pemilihan sesuatu penyejat. Tunjukkan secara ringkas kaedah mengira luas penyejat.

(50 markah)

4. (a) Suatu cecair organik disejukkan dari 60°C hingga 30°C di dalam satu tiub yang bergarispusat 3.0 cm. Suhu dinding tiub didapati malar pada 20°C. Halaju cecair itu ialah 10 m/s. Hitungkan panjang tiub itu. Diberi,

$$\rho = 1094 \text{ kg/m}^3$$

$$k = 0.258 \text{ W/m-}^\circ\text{C}$$

$$\mu_w = 20.98 \times 10^{-3} \text{ kg/m-s}$$

$$C_p = 2518 \text{ J/kg-}^\circ\text{C}$$

$$\mu = 7.35 \times 10^{-3} \text{ kg/m-s}$$

(50 markah)

- (b) Suatu dinding relau mengandungi selapisan bata tanah tahan api tebalnya 200 mm, selapisan bata sil-o-cel tebalnya 100 mm, dan suatu plat keluli tebalnya 6 mm. Sisi api tahanapi itu ialah pada suhu 1150°C, dan di luar plat keluli suhu ialah 30°C. Kerugian haba dari dinding ialah 300 W/m². Didapati bahawa selapisan nipis udara wujud di antara lapisan bata dan keluli. Kirakan ketebalan "lapisan" udara ini.

k untuk bata tanah tahanapi : $1.52 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

bata sil-o-cel : $0.138 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

keluli : $45.0 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

udara : $0.138 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

(50 markah)

CONVERSION FACTORS AND CONSTANTS OF NATURE

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*

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

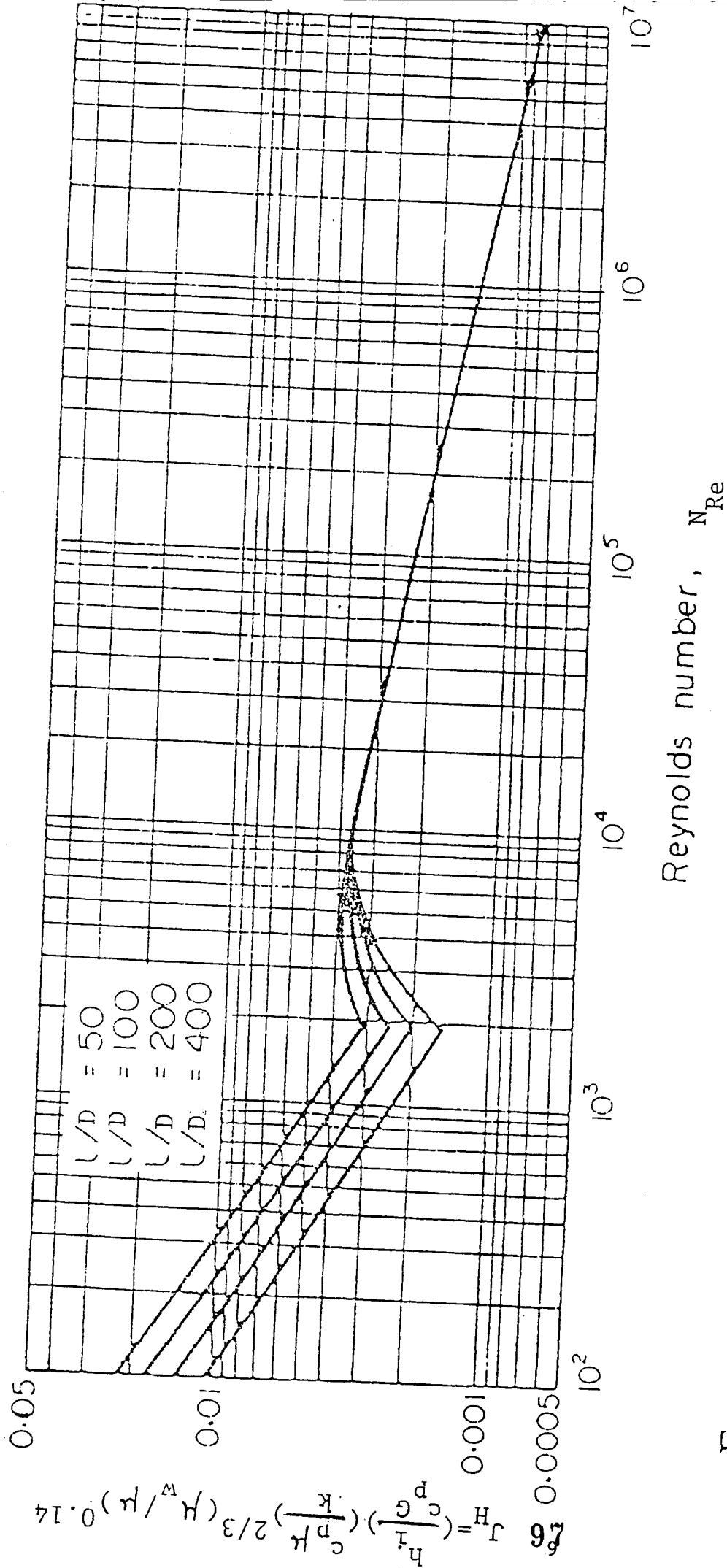


FIG. Effect of length:diameter ratio on heat transfer coefficient.

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†

Temp. <i>T</i> , °F	Vapor press. p_A lb./in. ²	Specific vol., ft ³ /lb		Enthalpy, Btu/lb		
		Liquid v_x	Sat. vapor v_y	Liquid H_x	Vaporiza- tion λ	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	404.3	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	188.13	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.