

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1997/98

Februari 1998

IKK 204/2 & IKK304/2 - Operasi Unit II

Masa : [2 jam]

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi SEMBILAN (9) mukasurat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

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

1. (a) Suatu dinding bina dibentukkan daripada selapisan konkrit tebalnya 7 in dan $k = 1.25 \text{ W/m}^\circ\text{C}$, selapisan penebat kaca gentian tebalnya 3 in dan $k = 0.040 \text{ W/m}^\circ\text{C}$, dan selapisan bod gipsum tebalnya $3/4$ in dan $k = 0.052 \text{ W/m}^\circ\text{C}$. Koefisien pemindahan perolakan dalaman dan luaran masing-masing ialah 3.0 dan 8.0 $\text{Btu/h-ft}^2\text{-}^\circ\text{F}$. Suhu udara luar ialah 20°F , manakala suhu dalam ialah 95°F . Kirakan setiap rintangan, dan kehilangan haba seunit luas.

$$1 \text{ Btu/h-ft-}^\circ\text{F} = 1.73073 \text{ W/m}^\circ\text{C}.$$

(40 markah)

- (b) Suhu dinding bagi satu saluran segiempat tepat 10 cm x 5 cm adalah lebih kurang 170°C . Air suapan dandang pada kadar 300 kg/min memasuki pada suhu 20°C dan dipanaskan sehingga 150°C . Dengan menganggap $L/D > 50$, kirakan koefisien pemindahan haba dan panjang saluran yang dikehendaki.

Sifat air pada 85°C ialah

$$\text{Ketumpatan} = 0.9686 \text{ g/cm}^3 \quad c_p = 4.18 \text{ J/g-}^\circ\text{C}$$

$$\text{Kelikatan} = 0.350 \text{ g/m-s} \quad k = 0.673 \text{ W/m-}^\circ\text{C}$$

$$\text{Kelikatan} (170^\circ\text{C}) = 0.105 \text{ g/m-s} \quad 1\text{W} = 1 \text{ J/s}$$

(60 markah)

...3/-

2. (a) Air panas memasuki suatu penukar haba dwipaip aliran arulawan pada 99°C . Ianya digunakan untuk memanaskan searus air sejuk dari 4 hingga 32°C . Kadar aliran bagi arus sejuk ialah 1.3 kg/s manakala kadar aliran bagi arus panas ialah 2.6 kg/s . Jika koefisien pemindahan haba keseluruhan ialah $830 \text{ W/m}^2\text{-}^{\circ}\text{C}$, apakah luas pemindahan untuk penukar haba tersebut? Hitungkan keberkesanan penukar haba itu.

$$\text{Muatan haba bagi air} = 4.175 \text{ J/g-}^{\circ}\text{C}.$$

(50 markah)

- (b) Suhu dinding bagi suatu tiub 2 cm adalah malar pada 90°C . Air yang mengalir pada 3 m/s menerusi tiub itu dipanaskan dari 40°C ke 60°C . Apakah panjang tiub yang dikehendaki? Sifat-sifat air ialah seperti berikut:

$$\rho = 988 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 4.0 \times 10^{-4} \text{ kg/m.s.}$$

$$k = 0.664 \text{ W/m.}^{\circ}\text{C}$$

$$C_p = 4.18 \text{ J/g-}^{\circ}\text{C}$$

$$\mu_w = 2.81 \times 10^{-4} \text{ kg/m.s.}$$

(50 markah)

...4/-

3. (a) Karbon tetraklorida yang mengalir pada 20000 kg/h akan disejukkan dari 90 ke 40°C dengan menggunakan air penyejuk pada 14000 kg/h dan suhu awal 20°C. Koefisien filem bagi karbon tetraklorida di luar tiub nipis ialah 1700 W/m²-°C. Koefisien sisi air ialah 11000 W/m²-°C. Rintangan dinding tiub dan kotoran boleh diabaikan. Kirakan luas pemindahan yang dikehendaki untuk suatu penukar (a) aliran arus lawan; (b) aliran selari.
 $C_p(\text{CCl}_4) = 0.837 \text{ J/g-}^\circ\text{C}$, $C_p(\text{air}) = 4.18 \text{ J/g-}^\circ\text{C}$.

(50 markah)

- (b) Tunjukkan kaedah mereka bentuk suatu penyejat. Kemudian terangkan mengenai plot Duhring.

(50 markah)

4. (a) Suatu termokupel digunakan untuk mengukur suhu udara panas yang melalui suatu terowong. Dinding terowong ialah 500 K dan bacaan termokupel ialah 800 K. Andainya emisiviti bahan termokupel, $\epsilon = 0.5$ dan pekali pemindahan haba perolakan, $h = 50 \text{ W/(m}^2\text{-}^\circ\text{C)}$, tentukan suhu sebenar udara.

(40 markah)

...5/-

- (b) Jelaskan tiga (3) kegunaan yang berkait dengan sinaran haba selain daripada contoh di atas.

(60 markah)

...6/-

CONVERSION FACTORS AND CONSTANTS OF NATURE

To convert from	To	Multiply by†
acre	ft ²	43,560•
	m ²	4046.85
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	1055.06
	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	kcal/m ² -h-K	4.882
	W-m/m ² -°C	1.73073
cal _{IT}	kcal/m-h-K	1.488
	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 ⁻⁴
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
	Btu	2.71948
ft ³ -atm	cal _{IT}	685.29
	J	2.8692 × 10 ³
	gal (U.S.)/min	448.83
ft ³ /s	ft ³	0.13368
gal (U.S.)	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•
hp	s	3600•
	Btu/h	2544.43
hp/1000 gal	kW	0.74624
	kW/m ³	0.197
in.	cm	2.54•
in. ³	cm ³	16.3871
J	erg	1• × 10 ⁷
	ft-lb _f	0.73756
kg	lb	2.20462
	Btu	3412.1
kWh	m ³	1• × 10 ⁻³
L	kg	0.45359237•
lb	kg/m ³	16.018
	g/cm ³	0.016018
lb/ft ³	N/m ²	6.89473 × 10 ³
lb _f /in. ²	kg mol/m ³ -s	1.3562 × 10 ⁻³
lb mol/ft ² -h	g mol/cm ² -s	1.3562 × 10 ⁻⁴
light, speed of	m/s	2.997925 × 10 ⁸

...7/-

PROPERTIES OF SATURATED STEAM AND WATER†

IKK 204/2 & IKK 304/2

Temperature T , °F	Vapor pressure p_A , lb/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

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

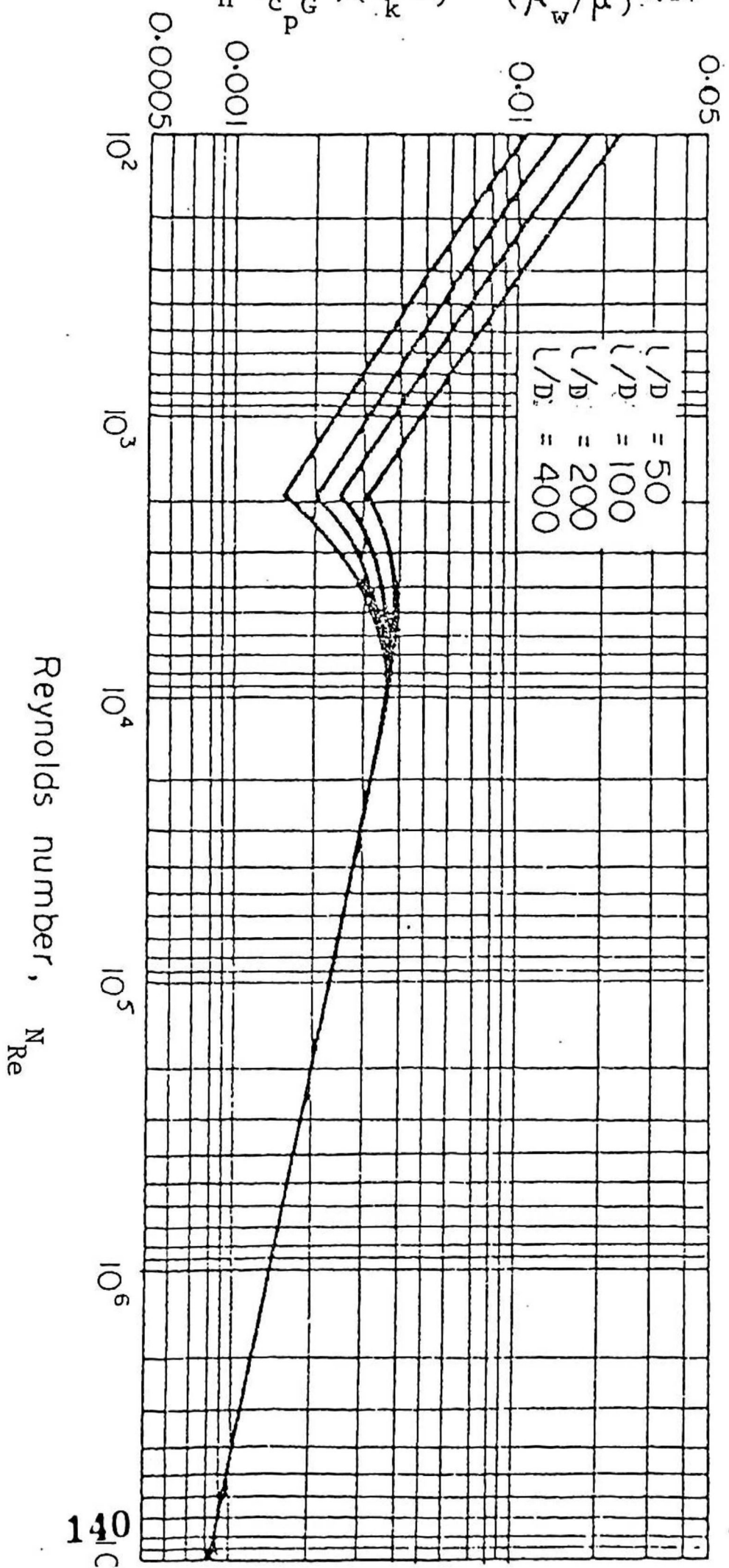


FIG. Effect of length:diameter ratio on heat transfer coefficient.

Heat-exchanger effectiveness relations.

$$N = NTU = \frac{UA}{C_{\min}} \quad C = \frac{C_{\min}}{C_{\max}}$$

Flow geometry	Relation
Double pipe:	
Parallel flow	$\epsilon = \frac{1 - \exp[-N(1 + C)]}{1 + C}$
Counterflow	$\epsilon = \frac{1 - \exp[-N(1 - C)]}{1 - C \exp[-N(1 - C)]}$
Counterflow, $C = 1$	$\epsilon = \frac{N}{N + 1}$
Cross flow:	
Both fluids unmixed	$\epsilon = 1 - \exp\left[\frac{\exp(-NCn) - 1}{Cn}\right]$ where $n = N^{-0.22}$
Both fluids mixed	$\epsilon = \left[\frac{1}{1 - \exp(-N)} + \frac{C}{1 - \exp(-NC)} - \frac{1}{N} \right]^{-1}$
C_{\max} mixed, C_{\min} unmixed	$\epsilon = (1/C)\{1 - \exp[-C(1 - e^{-N})]\}$
C_{\max} unmixed, C_{\min} mixed	$\epsilon = 1 - \exp\{- (1/C)[1 - \exp(-NC)]\}$
Shell and tube:	
One shell pass, 2, 4, 6, tube passes	$\epsilon = 2 \left\{ 1 + C + (1 + C^2)^{1/2} \times \frac{1 + \exp[-N(1 + C^2)^{1/2}]}{1 - \exp[-N(1 + C^2)^{1/2}]} \right\}^{-1}$
Multiple shell passes, $2n, 4n, 6n$ tube passes (ϵ_p = effectiveness of each shell pass. n = number of shell passes)	$\epsilon = \frac{[(1 - \epsilon_p C)/(1 - \epsilon_p)]^n - 1}{[(1 - \epsilon_p C)/(1 - \epsilon_p)]^n - C}$
Special case for $C = 1$	$\epsilon = \frac{n\epsilon_p}{1 + (n - 1)\epsilon_p}$
All exchangers with $C = 0$	$\epsilon = 1 - e^{-N}$

ooo0ooo

