

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1989/90

Oktober/November 1989

IKK 304 - Operasi Unit II

Masa: [2 jam]

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan 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. (a) Bincangkan tentang pembetulan LMTD bagi penukar haba petala-dan-tiub 1-2 dan 2-4.

[10/100]

- (b) Berikan plot suhu melawan panjang tiub untuk penukar haba petala-dan-tiub 1-2, dan 2-4.

[10/100]

- (c) Suatu penukar haba aliran arus lawan dwipaip menggunakan minyak ($C_p = 0.45 \text{ Btu/lb-}^\circ\text{F}$) pada suhu awal 410°F untuk memanaskan air yang mengalir pada 400 lb/h dari 50°F hingga 100°F . Kadar aliran bagi minyak ialah 650 lb/h . (a) Apakah luas pemindahan haba dikehendaki jika nilai koefisien pemindahan haba keseluruhan ialah $60 \text{ Btu/ft}^2\text{-h-}^\circ\text{F}$? (b) Tentukan bilangan unit pemindahan ($N = \text{NTU}$). (c) Hitungkan keberkesanan penukar haba ini. Diberi: $C_p (\text{air}) = 1.00 \text{ Btu/lb-}^\circ\text{F}$

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

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

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

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

[80/100]

2. (a) Bincangkan tentang kesan kepala cecair dan geseran di dalam satu penyejat.

[15/100]

(b) Lukiskan rajah Dühring bagi sistem NaOH-H₂O.

[10/100]

(c) Suatu larutan akan dipekatkan dari 20 hingga 65 peratus pepejal di dalam satu penyejat tegak. Penaikan takat didih bagi larutan itu boleh diabaikan. Muatan haba bagi larutan suap ialah 3894 J/kg-°C. Stim tepu dibekalkan pada 89.4°C (193°F). Tekanan di dalam ruang wap ialah 100 mm Hg. Larutan disuapkan pada 60°F (15.7°C). Koefisien pemindahan haba keseluruhan ialah 1700 W/m²-°C. Penyejat itu akan menyejat 20,000 kg air sejam. Apakah luas permukaan, dalam unit m², akan dikehendaki, dan apakah pengunahabisan stim, dalam unit kg/h?

$$1 \text{ Btu/lb} = 2326 \text{ J/kg}$$

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$$

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

di mana H_v boleh didapati dari jadual stim.

[75/100]

3. (a) Anilina yang mempunyai muatan haba 0.545 Btu/lb^oF akan disejukkan dari 200 ke 150^oF di dalam satu penukar haba dwipaip yang mempunyai jumlah luas luaran $A_o = 70 \text{ ft}^2$. Bagi proses penyejukan, searus toluena yang berkadar 8600 lb/h pada suhu 100^oF digunakan. Paip keluli dalaman ialah $1\frac{1}{4}$ in Skedul 40 ($D_i = 1.380 \text{ in}$, $D_o = 1.660 \text{ in}$); paip luaran ialah 2 in Skedul 40 ($D_i = 2.067 \text{ in}$, $D_o = 2.375 \text{ in}$). Kadar aliran anilina ialah 10,000 lb/h. Jika aliran adalah aruslawan, apakah suhu keluar toluena, LMTD, dan koefisien pemindahan haba keseluruhan? Muatan haba toluena = 0.44 Btu/lb^oF.

[40/100]

- (b) 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^oC, 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 130^oC, apakah fluks haba pada titik ini, berdasarkan kepada luas luaran paip? Abaikan kesan dinding.

$$1 \text{ cP} = 10^{-3} \text{ kg/m-s},$$

$$K_m = 45 \text{ W/m-}^{\circ}\text{C},$$

$$X_w = 0.0039 \text{ m},$$

$$U_o D_o = U_i D_i$$

[60/100]

4. (a) Bincangkan pendidihan subsejuk dengan merujuk kepada plot q/A melawan ΔT .

[20/100]

- (b) Suhu dinding bagi satu saluran segiempat tepat 8 cm x 4 cm adalah kira-kira 170°C . Air suapan dandang pada kadar 300 kg/min, memasuki pada suhu 20°C dan dipanaskan sehingga 150°C . Hitungkan koefisien pemindahan haba individu dan panjang saluran yang dikehendaki. Anggapkan $L/D > 50$. Untuk air pada 85°C , $\rho = 0.9686 \text{ g/cm}^3$, $C_p = 1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$, $\mu = 0.337 \text{ g/m-s}$, $k = 0.673 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$; $\mu(170^{\circ}\text{C}) = 0.105 \text{ g/m-s}$.

$$N_{NU} = 0.664 N_{pr}^{\frac{1}{3}} N_{Re}^{\frac{1}{2}}$$

$$j_H = \frac{h_i}{C_p G} N_{pr}^{\frac{2}{3}} \left(\frac{\mu_w}{\mu}\right)^{0.14} = 1.86 (D/L)^{\frac{1}{3}} N_{Re}^{-\frac{2}{3}}$$

$$j_H = 0.023 N_{Re}^{-0.2}$$

$$N_{NU} = h_i D/k, \quad N_{pr} = C_p \mu/k, \quad N_{Re} = DG/\mu$$

[80/100]

conversion factors

Quantity	Symbol	Factor
Density	ρ	$\frac{1 \text{ lb/ft}^3}{1 \text{ g/cm}^3} = 62.428$
Heat	Q	$1 \text{ Btu/1 cal} \dagger = 251.996$
Length	L	$1 \text{ yd/1 m} = 3,600/3,937 \dagger$ $1 \text{ in./1 cm} = 2.54$ $1 \text{ ft/1 cm} = 30.48$
Mass	m	$1 \text{ lb/1 g} = 453.5924277 \dagger$
Mechanical energy	E_m	$1 \text{ joule/1 erg} = 10^7 \dagger$ $1 \text{ joule/1 wattsec} = 1 \dagger$
Mechanical equivalent of heat	J	$1 \text{ cal} \dagger / 1 \text{ joule} = 4.1873$ $1 \text{ Btu/1 ft-lb}_f = 778.26$ $1 \text{ kw-hr/1 Btu} = 3,412.75$
Newton's-law conversion factor	g_c	$1 \text{ g force-sec}^2 / 1 \text{ g-cm} = 980.665 \dagger$ $1 \text{ lb}_f\text{-sec}^2 / 1 \text{ ft-lb} = 32.174$
Pressure	p	$\frac{1 \text{ atm}}{1 \text{ lb}_f/\text{in.}^2} = 14.696$ $1 \text{ atm/1 mm Hg} \P = 760 \dagger$ $1 \text{ atm/1 in. Hg} \P = 29.92$
Power	P	$\frac{1 \text{ hp}}{1 \text{ ft-lb}_f/\text{sec}} = 550 \dagger$ $1 \text{ hp/1 kw} = 0.74548$
Specific heat	c	$\frac{1 \text{ cal}/(\text{g})(^\circ\text{C})}{1 \text{ Btu}/(\text{lb})(^\circ\text{F})} = 1 \dagger$
Temperature difference	ΔT	$1^\circ\text{C}/1^\circ\text{F} = 1.8 \dagger$
Viscosity	μ	$\frac{1 \text{ centipoise}}{1 \text{ lb}_f/\text{ft-sec}} = 6.72 \times 10^{-4}$ $\frac{1 \text{ centipoise}}{1 \text{ lb}_f/\text{ft-hr}} = 2.42$ $\frac{1 \text{ centipoise}}{1 \text{ lb}_f\text{-sec}/\text{ft}^2} = 2.089 \times 10^{-6}$
Volume	V	$1 \text{ ft}^3 / 1 \text{ liter} = 28.316$ $1 \text{ U.S. gal/1 in.}^3 = 231 \dagger$ $1 \text{ ft}^3 / 1 \text{ gal} = 7.48$

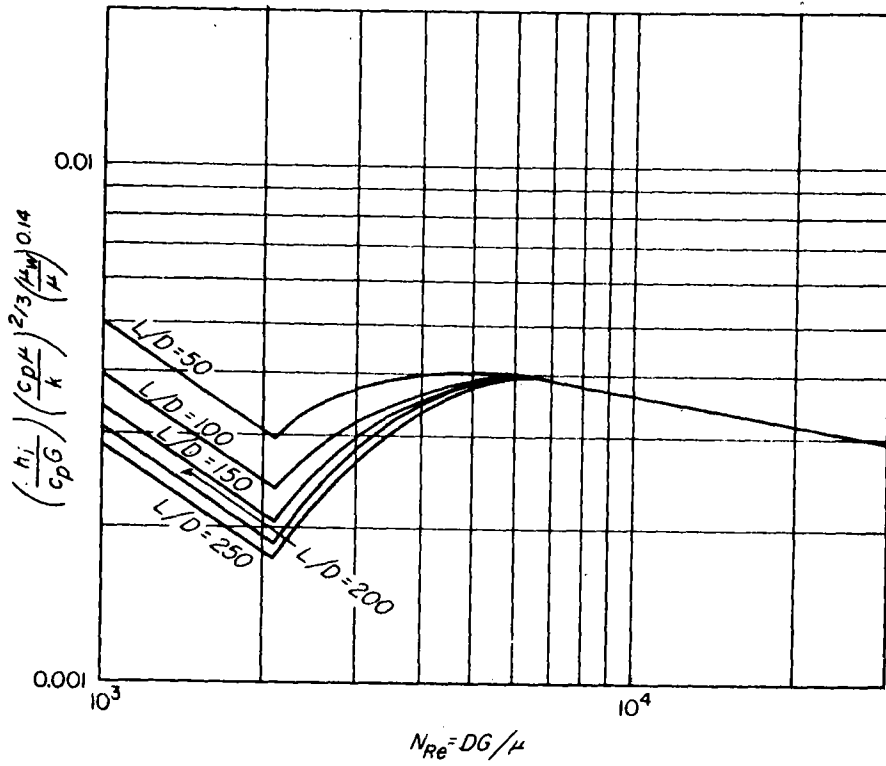
† International steam-table (IT) caloric.

‡ Exact value, by definition.

¶ At density of 13.5951 g/cm³.

properties of saturated steam and water†

Temp. T , °F	Vapor press. p_s , lb _f /in. ²	Specific vol., ft ³ /lb		Enthalpy, Btu/lb		
		Liquid v_f	Sat. vapor v_g	Liquid H_f	Vaporiza- tion λ	Sat. vapor H_g
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	1.2745	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
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



oooooooooooooooooooo00000oooooooooooooooooooo