
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2001/2002

Februari 2002

IEK 103/3 – OPERASI UNIT I

Masa : 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LAPAN muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab LIMA soalan. Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. (a) Koefisien pemindahan jisim k didapati bersandar kepada pembolehubah-pembolehubah seperti halaju bendalir V , garispusat paip D , ketumpatan ρ , kelikatan μ dan keresapan D_{AB} . Dengan menggunakan Teorem Buckingham, dapatkan perhubungan di antara pembolehubah-pembolehubah tersebut.

$$\begin{array}{lll} [k] = \bar{L}/\bar{t} & [D] = \bar{L} & [V] = \bar{L}/\bar{t} \\ [\mu] = \bar{M}/(\bar{L}\bar{t}) & [\rho] = \bar{M}/\bar{L}^3 & [D_{AB}] = \bar{L}^2/\bar{t} \end{array}$$

(40 markah)

- (b) Satu bendalir yang bergraviti spesifik 0.95 mengalir menerusi dua bahagian paip mendatar yang bergarispusat berlainan. Halaju linear purata bagi bendalir di bahagian hulu (pertama) yang mempunyai garispusat 12 cm ialah 1.5 m/s. Garispusat bagi bahagian hilir ialah 8 cm. Kirakan:

- (i) halaju linear bendalir di bahagian hilir;
 - (ii) kadar aliran volumetrik;
 - (iii) Kadar aliran jisim; dan
 - (iv) halaju jisim di dalam setiap bahagian.
- Ketumpatan air pada 60°F ialah 999 kg/m³.

(60 markah)

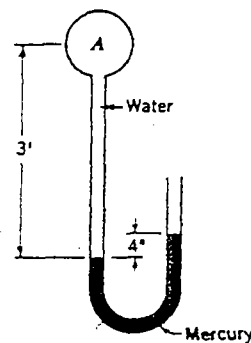
2. Satu larutan yang mempunyai ketumpatan 65.0 lb/ft³ dan kelikatan 1.3 cP dipamkan pada 150 gal/min dari satu tangki besar menerusi satu paip keluli yang bergarispusat 3.2 in. Titik discas paip ialah 25 ft ke atas paras cecair di dalam tangki. Jumlah panjang lurus paip ialah 500 ft. Di dalam garispaip terdapat 1 injap get, 2 injap cek dan 3 siku 90°. Keefisienan pam 75%.

- (i) Kirakan kuasakuda pam;
- (ii) Kirakan perbezaan tekanan menyeberangi pam;
- (iii) Jika kos tenaga elektrik ialah RM0.9 setiap kuasakudajam, apakah kos tenaga untuk memamkan larutan tersebut sehari?

(100 markah)

... 3/-

3. (a) Pada asalnya bacaan di manometer ialah 4 inci. Tekanan atmosfera ialah 14.7 psia. Jika tekanan mutlak di A diduakalikan, apakah nilai bacaan di manometer itu? Gravi spesifik untuk merkuri = 13.6 Ketumpatan air pada 60°F = 62.37 lb/ft³.



(30 markah)

- (b) Air cecair adalah dipamkan ke bahagian atas suatu tangki penyimpan yang terbuka kepada atmosfera pada kadar 100 gal/min pada 80°F. Titik discas paip ialah 60 ft ke atas pam tersebut, dan panjang setara paip keluli lurus dari pam ke titik discas itu ialah 180 ft. Jika garispusat paip ialah 2.2 in dan sedutan pam (tekanan masuk) ialah 5 psig, dan keefisienan pam 80% apakah nilai kuasakudanya. Jika kos tenaga ialah RM900 per kuasakudatahun atas dasar 300 hari/tahun, apakah kos tenaga untuk menjalankan pam ini setiap hari?

Untuk air pada 80°F, $\rho = 62.22 \text{ lb/ft}^3$, $\mu = 0.862 \text{ cP}$
 $1 \text{ cP} = 6.72 \times 10^{-4} \text{ lb/ft-s.}$

(70 markah)

... 4/-

4. (a) Kadar aliran air di dalam satu paip yang mempunyai garispusat 150 mm diukurkan dengan memasang satu meter Venturi yang mempunyai garispusat kerongkongan 50 mm. Didapati kejatuhan tekanan menyeberangi meter Venturi ialah 121 mm H₂O. Kadar aliran ialah 3.0 kg/s. Apakah koefisien meter Venturi ini? Ketumpatan air ialah 1000 kg/m³.
- (40 markah)
- (b) Satu cecair yang berketumpatan 1020 kg/m³ dan kelikatan 0.11 cP mengalir menerusi satu paip licin mendatar yang bergarispusat 8 cm dan panjang 800 m. Kadar aliran volumetrik ialah 0.12 m³/s. Apakah kuasa, dalam unit W, yang dikehendaki untuk tujuan ini?

$$1 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 1 \text{ Nm/kg} = 1 \text{ J/kg}$$

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

(60 markah)

5. Minyak mentah yang mempunyai graviti spesifik 15°API pada 60°F mengalir pada 150°F menerusi satu paip yang bergarispusat 6.1 in. Kadar aliran menerusi garis itu ialah 1050 bbl/h, disukat pada 60°F. Dikehendaki memasang satu meter orifis standard di dalam garispaip ini. Kejatuhan tekanan menyeberangi meter orifis ini ialah $5.2 \times 10^2 \text{ lb}_f/\text{ft}^2$. Kelikatan minyak pada 150°F ialah $3.70 \times 10^{-3} \text{ lb}/\text{ft}\cdot\text{s}$. Ketumpatan minyak pada 150°F ialah 95% ketumpatannya pada 60°F. Apakah saiz (garispusat) orifis itu?

$$1 \text{ bbl} = 42 \text{ gal}, \quad h = \text{jam}$$

$$\text{Nilai } C_o \text{ boleh dianggap } 0.61 \text{ jika } N_{Re,o} = D_o u_o \rho / \mu = 4m / (\pi D_o \mu) > 3 \times 10^4$$

$$^\circ\text{API} = 141.5 / (\text{S.G. } 60^\circ\text{F} / 60^\circ\text{F}) - 131.5$$

(100 markah)

... 5/-

6. Suatu proses pengoksidaan separa dijalankan dengan mengalirkan udara yang mengandungi 1.2% hidrokarbon menerusi 40 mm tiub yang diisikan dengan 2 m (kedalaman) pelet mangkin bersilinder 3 x 3 mm ($D_p = 3$ mm). Udara memasuki pada 350°C dan 2.0 atm dengan halaju menara kosong $u_o = 1$ m/s. Apakah kejatuhan tekanan menerusi tiub berisi itu? Sekiranya isi tiub digantikan dengan pelet 4 mm, apakah kejatuhan tekanannya?
Anggapkan $\varepsilon = 0.4$, kesferaan = 1.0

Ketumpatan campuran udara dengan hidrokarbon pada 350°C dan 2 atm ialah 1.175 kg/m³.

Dapatkan dan gunakan Persamaan Ergun daripada Persamaan Kozeny-Carman dan Persamaan Blake-Plummer.

Persamaan Kozeny-Carman (untuk $N_{Re,p} < 1.0$):

$$\Delta p/L = \{150V_o\mu(1 - \varepsilon)^2\}/(D_p^2\varepsilon^3)$$

Persamaan Blake-Plummer (untuk $N_{Re,p} > 1000$):

$$\Delta p/L = \{1.75\rho V_o(1 - \varepsilon)\}/D_p\varepsilon^3$$

(100 markah)

K_{ff} (injal get)	=	5.6
K_{ff} (injal cek)	=	2.0
K_{ff} (siku 90°)	=	0.9

...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
Btu/lb	kWh	2.9307 × 10 ⁻⁴
Btu/lb-°F	cal _{IT} /g	0.55556
Btu/ft ² -h	cal _{IT} /g-°C	1*
Btu/ft ² -h-°F	W/m ²	3.1546
	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
cal	ft-lb _f	3.0873
	J	4.1868*
cm	J	4.184*
	in.	0.39370
cm ³	ft	0.0328084
	ft ³	3.531467 × 10 ⁻³
cP (centipoise)	gal (U.S.)	2.64172 × 10 ⁻⁴
	kg/m-s	1* × 10 ⁻³
	lb/ft-h	2.4191
cSt (centistoke)	lb/ft-s	6.7197 × 10 ⁻⁴
	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
ft-lb _f /s	J	1.35582
	Btu/h	4.6262
ft ² /h	hp	1.81818 × 10 ⁻³
	m ² /s	2.581 × 10 ⁻⁵
ft ³	cm ² /s	0.2581
	cm ³	2.8316839 × 10 ⁴
ft ³ -atm	gal (U.S.)	7.48052
	L	28.31684
	Btu	2.71948
ft ³ /s	cal _{IT}	685.29
	J	2.8692 × 10 ³
gal (U.S.)	gal (U.S.)/min	448.83
	ft ³	0.13368
gravitational constant	in. ³	231*
	N-m ³ /kg ²	6.673 × 10 ⁻¹¹
gravity acceleration, standard	m/s ²	9.80665*
	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
kWh	Btu	3412.1
L	m ³	1* × 10 ⁻³
	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 ² -s	1.3562 × 10 ⁻³
	g mol/cm ² -s	1.3562 × 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	1.4898 × 10 ⁻⁴
Planck constant	J-s	6.626196 × 10 ⁻³⁴
proof (U.S.)	percent alcohol by volume	0.5
ton (long)	kg	1016
ton (short)	lb	2240*
	lb	2000*
ton (metric)	kg	1000*
	lb	2204.6
yd	ft	3*
	m	0.9144*

† Values that end in an asterisk are exact, by definition.

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.

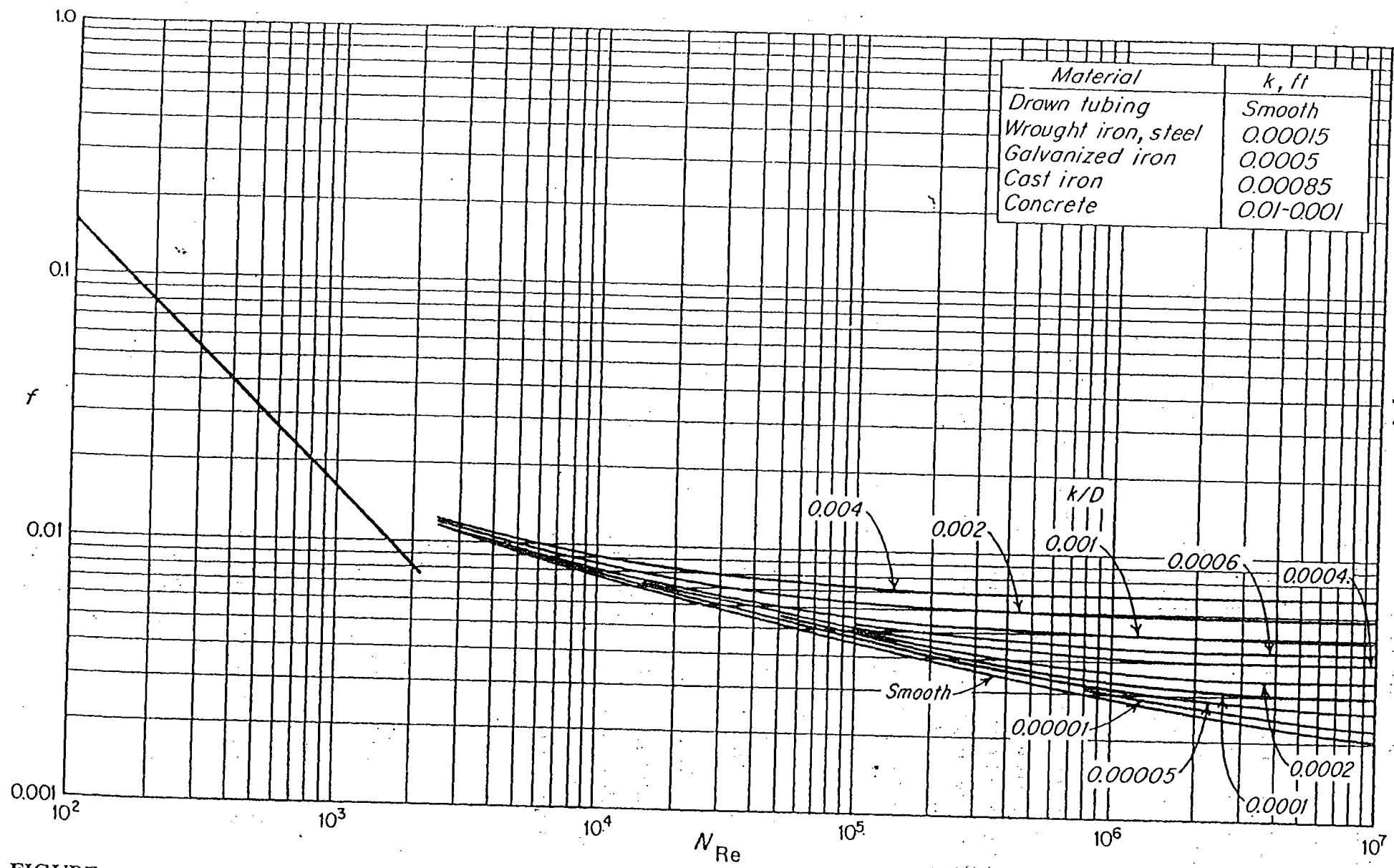


FIGURE
Friction-factor chart.