
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2002/2003

Februari 2003

IEK 103/3 – OPERASI UNIT 1

Masa : 3 jam

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

Jawab **LIMA (5)** daripada ENAM (6) soalan. Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Satu penyiring graviti selanjur digunakan untuk memisah klorobenzena yang berketumpatan 1110 kg/m^3 daripada satu cecair pembersih yang berketumpatan 1020 kg/m^3 . Jika jumlah dalamnya pemisah itu $Z_T = 1.2 \text{ m}$ dan antaramuka itu Z_{A1} ialah 0.6 m dari lantai bekas,

- (i) apakah tingginya kaki limpah cecair berat mesti menjadi;
 (ii) apakah kesannya ralat 40 mm dalam tinggi ini kepada tingginya antaramuka itu ?

$$Z_B \rho_B + Z_{A1} \rho_A = Z_{A2} \rho_A$$

(50 markah)

- (b) Dalam suatu proses pencampuran, kuasa yang dikehendaki P , didapati bersandar kepada laju putaran impeller n , diameter impeller D_a , saiz tangki D_t , factor pertukaran Newton g_c , kelikatan bendalir μ , ketumpatan bendalir ρ dan pecutan graviti g . Dengan menggunakan kaedah Teori Buckingham, carikan perhubungan di antara pembolehubah-pembolehubah ini. Dimensi-dimensi untuk pembolehubah-pembolehubah berkenaan adalah seperti berikut:

	P	n	D_a	D_t	g_c	μ	ρ	g
\bar{L}	1	0	1	1	1	-1	-3	1
\bar{T}	-1	-1	0	0	-2	-1	0	-2
\bar{M}	0	0	0	0	1	1	1	0
\bar{F}	1	0	0	0	-1	0	0	0

(50 markah)

2. Suatu cecair yang mempunyai ketumpatan 60.0 lb/ft^3 dan kelikatan 2.1 cP dipamkan dari satu tangki besar menerusi satu paip keluli yang mempunyai diameter 3.1 in . Kadar aliran volumetrik ialah 120 gal/min . Titik discas paip ialah 21 ft ke atas paras cecair di dalam tangki besar itu. Jumlah panjang lurus paip ialah 500 ft . Di dalam garispaip terdapat 2 injap cek, 1 injap get dan 2 siku 90° . Keefisienan pam ialah 65% .

- (i) Kirakan kuasakuda pam;
 (ii) Kirakan perbezaan tekanan menyeberangi pam;
 (iii) Jika kos tenaga elektrik ialah $\text{RM}300.00$ setiap kuasakudatahun, apakah kos tenaga untuk mengoperasikan pam itu sebulan ?

$$K_{ff}(\text{injal get}) = 5.6$$

$$K_{ff}(\text{injal cek}) = 2.0$$

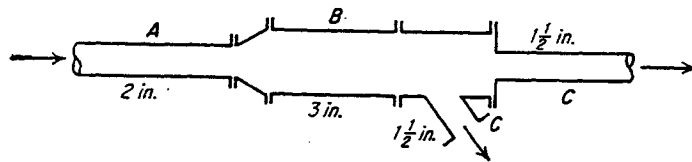
$$K_{ff}(\text{siku } 90^\circ) = 0.9$$

(100 markah)

...3/-

3. (a) Minyak mentah yang berketumpatan 58 lb/ft^3 mengalir menerusi paip di bawah. Kuantiti bendalir yang sama mengalir menerusi setiap paip C. Kadar aliran menerusi paip A ialah 40 gal/min . Hitungkan

- (i) kadar aliran jisim di dalam setiap paip;
- (ii) halaju purata di dalam setiap paip;
- (iii) halaju jisim di dalam setiap paip.



(40 markah)

- (b) Satu meter venturi mendatar yang mempunyai diameter kerongkongan 20 mm adalah dipasangkan di dalam satu garispaip yang berdiameter 75 mm . Air pada 15°C mengalir di dalam paip. Satu manometer merkuri (S.G. = 13.6) digunakan untuk menyukat perbezaan tekanan menyeberangi meter venturi tersebut. Bacaan manometer ialah 450 mm . Apakah kadar aliran volumetrik, dalam unit m^3/s . Jika 12% tekanan diferensial telah dirugi secara kekal, apakah penggunahabisan kuasa meter itu? Ketumpatan air pada 60°F ialah 62.37 lb/ft^3 .

(60 markah)

4. (a) Zarah sfalerik (S.G. 4.00) dimendakkan di bawah daya graviti di dalam karbon tetraklorida (CCl_4) pada 20°C (S.G. 1.594). Diameter zarah sfalerit ialah 0.1 mm . Kelikatan CCl_4 pada 20°C ialah 1.03 cP . Apakah halaju pemendakan sfalerit? Ketumpatan air pada 60°F ialah 999.2 kg/m^3 .

Kriteria: $K = D_p [g\rho(\rho_p - \rho)/\mu^2]^{1/3}$

$$U_t = \{ [4gD_p^{(1+n)}(\rho_p - \rho)] / [3b_1\mu\rho^{(1-n)}] \}^{1/(2-n)}$$

Julat	$N_{Re,p}$	b_1	n	K
Hukum Stokes	< 2	24	1	< 3.3
Pertengahan	2 - 500	18.5	0.6	3.3-43.6
Hukum Newton	500- 2×10^5	0.44	0	43.6-2360

(50 markah)

- (b) Air pada 70°F mengalir pada 10 ft/s di dalam annulus di antara tiub 1 in OD (tiub dalaman) dan tiub 2 in ID (tiub luaran) untuk satu penukar haba dwipaip. Panjang penukar haba mendatar ialah 100 ft. Apakah kejatuhan tekanan di dalam annulus tersebut? Ketumpatan dan kelikatan masing-masing untuk air pada 70°F ialah 62.4 lb/ft³ dan 1.0 cP. Tiub-tiub di dalam penukar haba boleh dianggap licin.

Sindiran: Gunakan diameter setara $D_e = 4r_H = S/L_p$ untuk mengira N_{Re} .

(50 markah)

5. (a) Hitungkan daya hela yang bertindak ke atas satu turus penyulingan tingginya 40 ft dan diameternya 6 ft. Angin bertiup pada 30 mi/h (miles per hour/batu sejam). Arah aliran angin adalah tegaklurus dengan paksi turus penyulingan. Ketumpatan dan kelikatan masing-masing untuk udara pada keadaan berkenaan ialah 0.0735 lb/ft³ dan 1.24×10^{-5} lb/ft.s. 1 mi = 5280 ft.

(50 markah)

- (b) Air pada 70°F dipamkan pada kadar aliran volumetrik 6 ft³/min dari suatu tangki besar yang terletak di lantai ke bahagian yang terbuka suatu menara penyerapan. Titik discas ialah 20 ft ke atas lantai itu dan kerugian geseran di dalam 2.1 in paip dari tangki ke menara ialah 1.5 ft.lb_f/lb. Jika pam itu hanya boleh membekalkan 0.12 hp, apakah tingginya paras air di dalam tangki tersebut?

(50 markah)

6. Suatu turbin bilah-rata yang mempunyai enam bilah dipasangkan di tengah suatu bekas tegak. Diameter bekas ialah 6 ft dan diameter turbin 2 ft. Turbin itu terletak 2 ft dari dasar bekas. Kelebaran bilah ialah 5 in. Bekas diisikan dengan satu larutan sedalam 6 ft. Pada suhu operasi, larutan tersebut mempunyai kelikatan 10 cP dan ketumpatan 95 lb/ft³. Turbin berputar pada 100 rpm. Kirakan kuasa yang dikehendaki untuk mengoperasikan sistem tersebut jika

- (i) bekas itu tanpa sesekat?
 (ii) bekas itu bersesekat

(100 markah)

VALUES OF GAS CONSTANT

Temperature	Mass	Energy	R
Kelvins	kg mol	J	8314.47
		cal _{IT}	1.9859×10^3
		cal	1.9873×10^3
		m ³ -atm	82.056×10^{-3}
Degrees Rankine	g mol	cm ³ -atm	82.056
	lb mol	Btu	1.9858
		ft-lb _f	1545.3
		Hp-h	7.8045×10^{-4}
		kWh	5.8198×10^{-4}

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	$1.01325* \times 10^5$
	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	$1* \times 10^5$
	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}
	cal _{IT} /g	0.55556
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
	kcal/m-h-K	1.488

(Continued)

To convert from	To	Multiply by†
cal _{IT}	Btu	3.9683×10^{-3}
	ft-lb _f	3.0873
	J	4.1868*
cal	J	4.184*
cm	in.	0.39370
cm ³	ft	0.0328084
	ft ³	3.531467×10^{-5}
cP (centipoise)	gal (U.S.)	2.64172×10^{-4}
	kg/m-s	$1* \times 10^{-3}$
	lb/ft-h	2.4191
cSt (centistoke)	lb/ft-s	6.7197×10^{-4}
	m ² /s	$1* \times 10^{-6}$
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
	Btu	2.71948
ft ³ -atm	cal _{IT}	685.29
	J	2.8692×10^3
	gal (U.S.)	448.83
ft ³ /s	gal (U.S.)	0.13368
	ft ³	231*
gal (U.S.)	in. ³	231*
	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	3600*
	Btu/h	2544.43
hp	kW	0.74624
hp/1000 gal	kW/m ³	0.197
in.	cm	2.54*
in. ³	cm ³	16.3871
J	erg	$1* \times 10^7$
kg	ft-lb _f	0.73756
	lb	2.20462
kWh	Btu	3412.1
L	m ³	$1* \times 10^{-3}$
lb	kg	0.45359237*
	kg/m ³	16.018
lb/ft ³	g/cm ³	0.016018
	N/m ²	6.89473×10^3
lb _f /in. ²	kg mol/m ² -s	1.3562×10^{-3}
lb mol/ft ² -h	g mol/cm ² -s	1.3562×10^{-4}
	m/s	2.997925×10^8

To convert from	To	Multiply by†
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	1016
	lb	2240*
ton (short)	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.

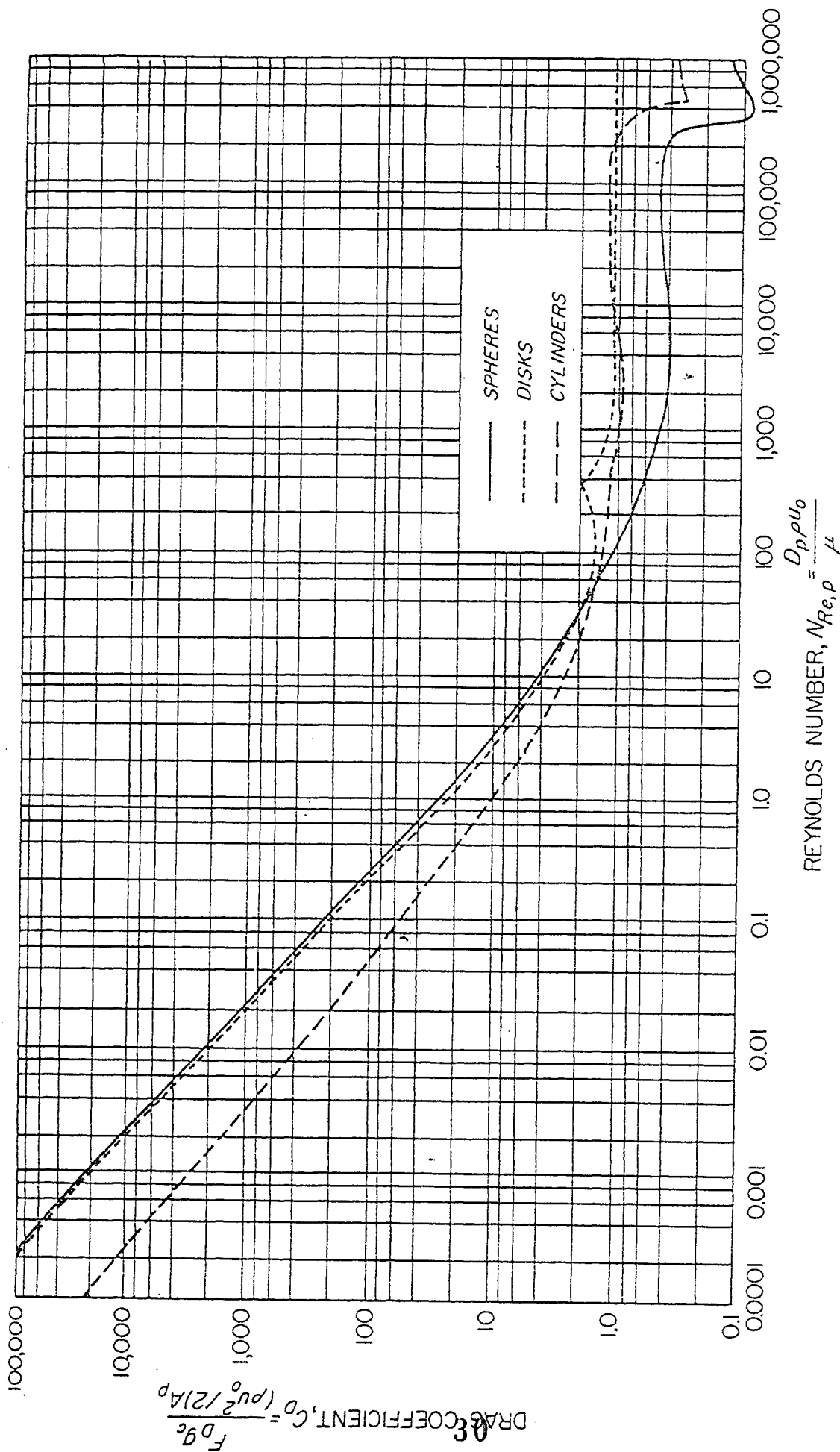


FIGURE Drag coefficients for spheres, disks, and cylinders. [By permission from J. H. Perry (ed.), *Chemical Engineers' Handbook*, 6th ed., p. 5-64. Copyright, © 1984, McGraw-Hill Book Company.]

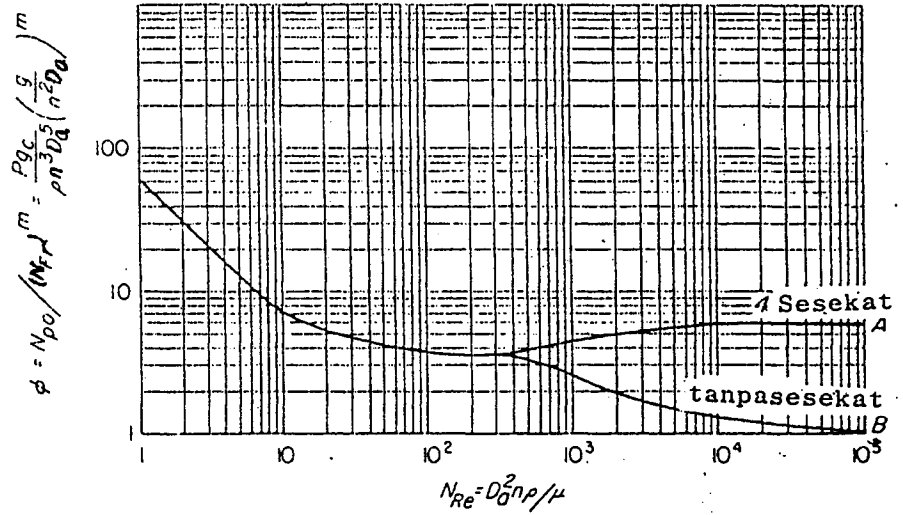
PROPERTIES OF LIQUID WATER

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.



Rajah Fungsi kuasa ϕ lwn N_{Re} bagi turbin 6 bilah.

$S_1 = D_t/D_a$

$S_2 = E/D_a$

$S_3 = L/D_a$

$S_4 = W/D_a$

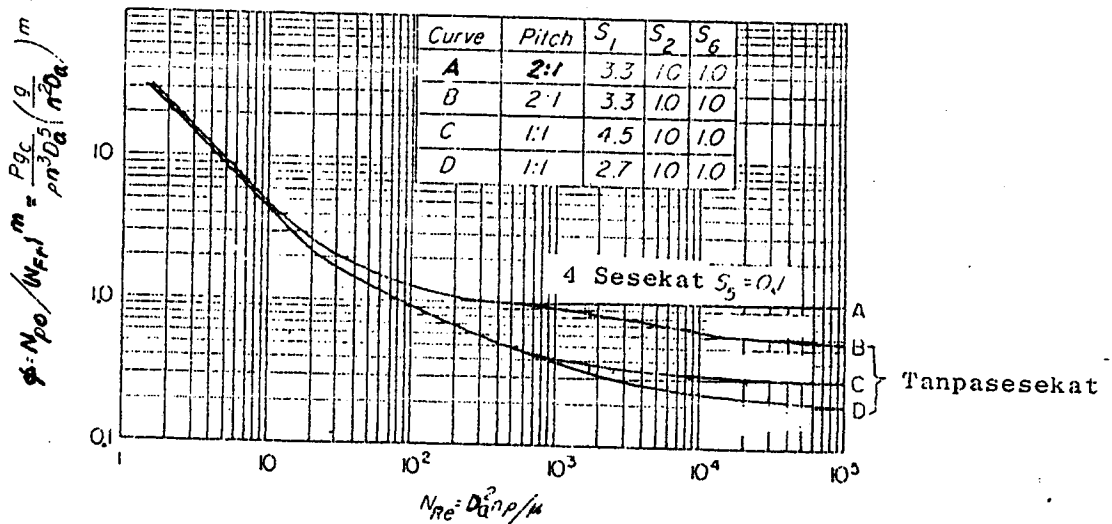
$S_5 = J/D_t$

$S_6 = H/D_t$

$m = (a - \log N_{Re})/b$

Jadual Pemalar a dan b.

Fig.	Line	a	b
9-14	B	1.0	40.0
9-15	B	1.7	18.0
9-15	C	0	18.0
9-15	D	2.3	18.0



Rajah Fungsi kuasa ϕ lwn N_{Re} bagi propeler 3 bilah

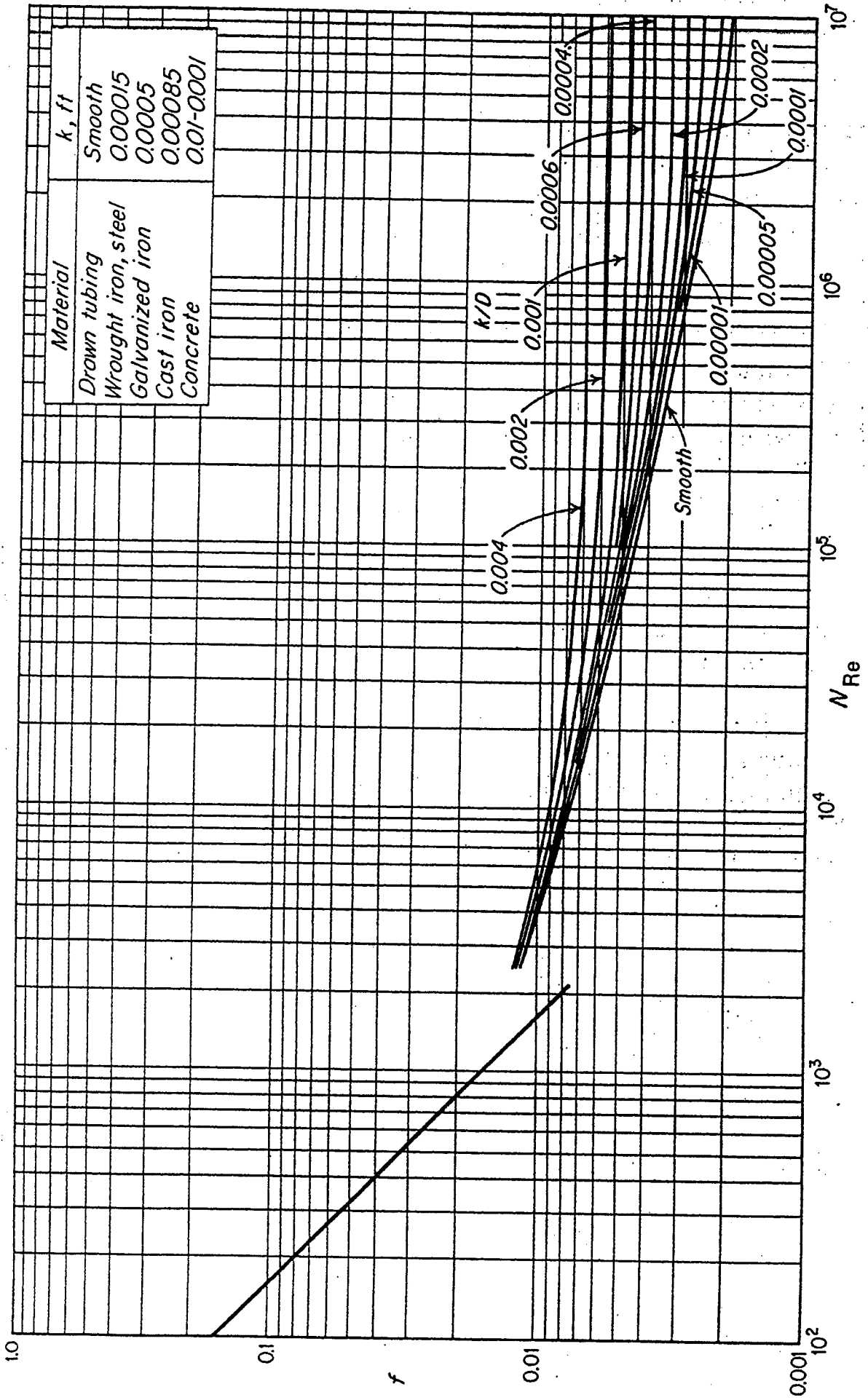


FIGURE
Friction-factor chart.