

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2003/2004  
Februari/Mac 2004

**IEK 103 – OPERASI UNIT I**

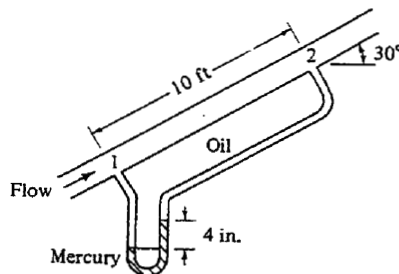
Masa : 3 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi LAPAN mukasurat (termasuk empat keping Lampiran) yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab LIMA (5) soalan. Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Satu paip yang mempunyai diameter 0.15 m dipasangkan dengan satu meter orifis yang mempunyai diameter 0.10 m. Satu manometer tegak dipasangkan menyeberangi plat orifis tersebut. Bendalir manometer ialah merkuri yang mempunyai graviti spesifik 13.6. Air mengisi lengan-lengan manometer. Bacaan manometer ialah 0.254 m. Jika koefisien orifis bernilai 0.60, apakah kadar aliran volumetrik air pada 15.56 °C? Ketumpatan air pada 15.56 °C (60°F) ialah 999.0 kg/m<sup>3</sup>.
- (70 markah)
- (b) Satu manometer dipasangkan ke atas satu garispaip seperti ditunjukkan. Minyak yang bergraviti spesifik 0.9 mengalir di dalam paip. Bendalir manometer tersebut ialah merkuri (graviti spesifik = 13.6) dan bacaan manometer ialah 4.0 in. Apakah nilai  $p_1 - p_2$ ?



(30 markah)

2. Satu paip keluli mendatar diameternya 0.0526 m dan panjangnya 30.48 m. Kekasaran paip ialah  $k = 0.000045$  m. Suatu bendalir yang berketumpatan 1200 kg/m<sup>3</sup> dan kelikatan 0.01 N.s/m<sup>2</sup> mengalir di dalam paip pada kadar 9.085 m<sup>3</sup>/h. Kirakan
- (a) kejatuhan tekanan, N/m<sup>2</sup>;
- (b) kuasa yang dikehendaki untuk aliran tersebut.

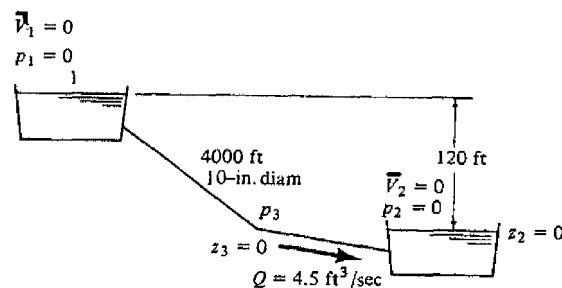
(100 markah)

3. (a) Suatu tangki diisi dengan satu cecair yang berkelikatan  $0.08 \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$  dan ketumpatan  $975 \text{ kg}/\text{m}^3$ . Tangki itu tanpa sesekat. Satu turbin 6-bilah datar yang mempunyai diameter  $0.15 \text{ m}$  memutar pada  $18 \text{ rps}$  dipasangkan di dalam tangki itu  $0.15 \text{ m}$  dari dasar tangki. Apakah kuasa yang dikehendaki untuk sistem tersebut?

(50 markah)

- (b) Dua takungan air terbuka seperti ditunjukkan adalah disambungkan melalui satu paip licin diameternya  $10 \text{ in.}$  dan panjangnya  $4000 \text{ ft.}$  Paras air di dalam takungan atas adalah  $120 \text{ ft}$  ke atas paras air di dalam takungan rendah itu. Kadar aliran volumetrik ialah  $4.5 \text{ ft}^3/\text{s}$  pada  $70^\circ\text{F.}$  Kirakan

- (i) kerugian geseran untuk sistem paip ;  
(ii) apakah nilai tekanan  $p_3$ ?



(50 markah)

4. Satu cecair yang mempunyai ketumpatan  $63.5 \text{ lb}/\text{ft}^3$  dan kelikatan  $1.35 \text{ cP}$  adalah dipamkan melalui satu paip keluli diameternya  $2 \text{ in}$  ke bahagian atas suatu tangki penyimpan yang terbuka kepada atmosfera. Kadar aliran cecair tersebut ialah  $120 \text{ gal}/\text{min.}$  Titik discas paip ialah  $60 \text{ ft}$  ke atas pam, dan panjang setara paip keluli lurus dari pam ke tangki ialah  $175 \text{ ft.}$  Jika tekanan di sedutan pam ialah  $20 \text{ lb}_f/\text{in}^2$ , dan keefisienan pam ialah  $65\%$ , kirakan

- (a) kuasakuda pam;  
(b) tekanan di sisi discas pam;  
(c) Jika kos tenaga elektrik ialah  $7 \text{ sen}$  setiap  $\text{kWh}$  (kiloWatt-jam), apakah kos tenaga untuk mempamkan cecair ini sehari?

(100 markah)

...4/-

5. Pertimbangkan pemindahan haba melalui perolakan semulajadi antara suatu plat tegak yang dipanaskan (atau disejukkan) tingginya  $L$  pada suhu seragam  $T_w$  dengan bendalir di sekelilingnya yang lebih sejuk (atau lebih panas) pada suhu seragam  $T_a$ . Koefisien pemindahan haba tempatan  $h_x$  di tinggi  $x$  adalah berdasarkan kepada perbezaan suhu tempatan antara plat dengan bendalir:

$h_x = (dq/dA)(T_w - T_a)$ . Terdapat bahawa faktor-faktor fizikal berikut adalah terlibat dalam proses tersebut:

$$f(h_x, x, k, C_p, \rho, \mu, \beta, \Delta T, g) = 0$$

Dengan menggunakan teorem Buckingham, dapatkan perhubungan di antara pembolehubah-pembolehubah di atas. Matriks dimensi adalah seperti berikut:

	$h_x$	$x$	$k$	$C_p$	$\rho$	$\mu$	$\beta$	$\Delta T$	$g$
$\overline{M}$	1	0	1	0	1	1	0	0	0
$\overline{L}$	0	1	1	2	-3	-1	0	0	1
$\overline{t}$	-3	0	-3	-2	0	-1	0	0	-2
$\overline{T}$	-1	0	-1	-1	0	0	-1	1	0

(100 markah)

6. (a) Suatu meter venturi mendatar yang mempunyai diameter keronkongannya 2.50 cm adalah dipasangkan di dalam satu garispaip yang berdiameter 7.82 cm. Air pada 26.67 °C mengalir menerusi garis ini. Manometer merkuri adalah digunakan. Jika bacaan manometer ialah 39.0 cm, apakah nilai kadar aliran jisim dalam unit kg/s? Jika 10% tekanan diferensial itu telah dirugi, apakah pengunyahabisan kusa meter itu?

(60 markah)

- (b) Minyak ( $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$  dan  $\nu = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ) mengalir di dalam satu saluran licin segiempat sama 5 x 5 cm pada halaju purata 4.0 m/s. Apakah kejatuhan tekanan di dalam 25 m panjang saluran?

(40 markah)

# CONVERSION FACTORS AND CONSTANTS OF NATURE

IEK 103  
LAMPIRAN

To convert from	To	Multiply by†
acre	ft <sup>2</sup>	43,560*
	m <sup>2</sup>	4046.85
atm	N/m <sup>2</sup>	1.01325* × 10 <sup>5</sup>
	lb <sub>f</sub> /in. <sup>2</sup>	14.696
Avogadro number	particles/g mol	6.022169 × 10 <sup>23</sup>
barrel (petroleum)	ft <sup>3</sup>	5.6146
	gal (U.S.)	42*
	m <sup>3</sup>	0.15899
bar	N/in. <sup>2</sup>	1* × 10 <sup>5</sup>
	lb <sub>f</sub> /in. <sup>2</sup>	14.504
Boltzmann constant	J/K	1.380622 × 10 <sup>-23</sup>
Btu	cal <sub>IT</sub>	251.996
	ft-lb <sub>f</sub>	778.17
	J	1055.06
	kWh	2.9307 × 10 <sup>-4</sup>
	cal <sub>IT</sub> /g	0.55556
Btu/lb	cal <sub>IT</sub> /g	1*
Btu/lb-°F	cal <sub>IT</sub> /g-°C	1*
Btu/ft <sup>2</sup> -h	W/m <sup>2</sup>	3.1546
Btu/ft <sup>2</sup> -h-°F	W/m <sup>2</sup> -°C	5.6783
	kcal/m <sup>2</sup> -h-K	4.882
Btu-ft/ft <sup>2</sup> -h-°F	W-m/m <sup>2</sup> -°C	1.73073
	kcal/m-h-K	1.488
cal <sub>IT</sub>	Btu	3.9683 × 10 <sup>-3</sup>
	ft-lb <sub>f</sub>	3.0873
	J	4.1868*
cal	J	4.184*
	in.	0.39370
cm	ft	0.0328084
	ft <sup>2</sup>	3.531467 × 10 <sup>-5</sup>
cm <sup>3</sup>	gal (U.S.)	2.64172 × 10 <sup>-4</sup>
	kg/m-s	1* × 10 <sup>-3</sup>
cP (centipoise)	lb/ft-h	2.4191
	lb/ft-s	6.7197 × 10 <sup>-4</sup>
cSt (centistoke)	m <sup>2</sup> /s	1* × 10 <sup>-6</sup>
faraday	C/g mol	9.648670 × 10 <sup>4</sup>
ft	m	0.3048*
	Btu	1.2851 × 10 <sup>-3</sup>
ft-lb <sub>f</sub>	cal <sub>IT</sub>	0.32383
	J	1.35582
ft-lb <sub>f</sub> /s	Btu/h	4.6262
	hp	1.81818 × 10 <sup>-3</sup>
ft <sup>2</sup> /h	m <sup>2</sup> /s	2.581 × 10 <sup>-5</sup>
	cm <sup>2</sup> /s	0.2581
ft <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	2.8316839 × 10 <sup>4</sup>
	gal (U.S.)	7.48052
	L	28.31684
	Btu	2.71948
ft <sup>3</sup> -atm	cal <sub>IT</sub>	685.29
	J	2.8692 × 10 <sup>3</sup>
	gal (U.S.)/min	448.83
ft <sup>2</sup> /s	ft <sup>2</sup>	0.13368
gal (U.S.)	in. <sup>3</sup>	231*
	N-m <sup>2</sup> /kg <sup>2</sup>	6.673 × 10 <sup>-11</sup>
gravitational constant	m/s <sup>2</sup>	9.80665*
gravity acceleration, standard	min	60*
h	s	3600*
hp	Btu/h	2544.43
	kW	0.74624
hp/1000 gal	kW/m <sup>3</sup>	0.197
in.	cm	2.54*
	cm <sup>3</sup>	16.3871
in. <sup>3</sup>	erg	1* × 10 <sup>7</sup>
	ft-lb <sub>f</sub>	0.73756
kg	lb	2.20462
	Btu	3412.1
kWh	m <sup>3</sup>	1* × 10 <sup>-3</sup>
L	kg	0.45359237*
lb	kg/m <sup>3</sup>	16.018
	g/cm <sup>3</sup>	0.016018
lb <sub>f</sub> /in. <sup>2</sup>	N/m <sup>2</sup>	6.89473 × 10 <sup>3</sup>
lb mol/ft <sup>3</sup> -h	kg mol/m <sup>2</sup> -s	1.3562 × 10 <sup>-3</sup>
	g mol/cm <sup>2</sup> -s	1.3562 × 10 <sup>-4</sup>
light, speed of	m/s	2.997925 × 10 <sup>8</sup>
m	ft	3.280840
	in.	39.3701
m <sup>3</sup>	ft <sup>3</sup>	35.3147
	gal (U.S.)	264.17
N	dyn	1* × 10 <sup>5</sup>
	lb <sub>f</sub>	0.22481
N/m <sup>2</sup>	lb <sub>f</sub> /in. <sup>2</sup>	1.4498 × 10 <sup>-4</sup>
Planck constant	J-s	6.626196 × 10 <sup>-34</sup>
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.

# PROPERTIES OF LIQUID WATER

- 6 -

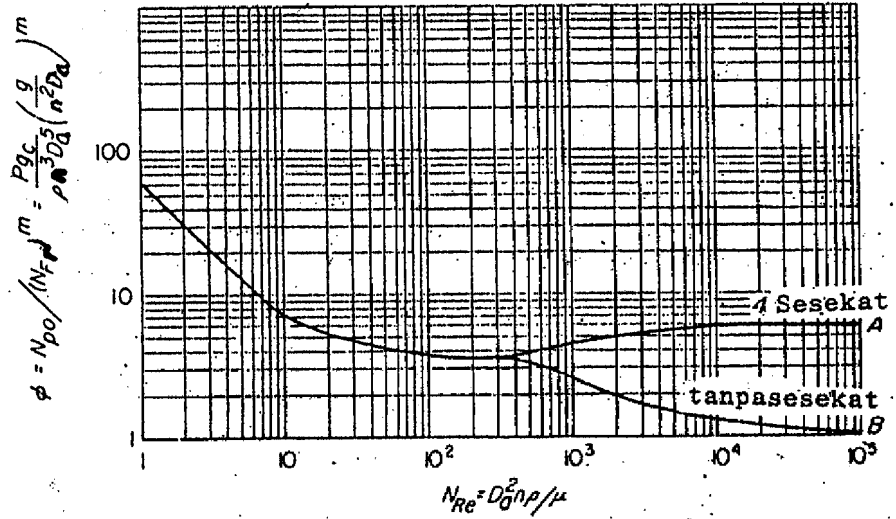
IEK 103  
LAMPIRAN

Temperature $T$ , °F	Viscosity† $\mu$ , cP	Thermal conductivity‡ $k$ , Btu/ft-h-°F	Density§ $\rho$ , lb/ft <sup>3</sup>	$\psi_f = \left( \frac{k^3 \rho^2 g}{\mu^2} \right)^{1/3}$
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  $\phi$  lwn  $N_{Re}$  bagi turbin 6 bilah.

$S_1 = D_t / D_a$

$S_2 = E / D_a$

$S_3 = L / D_a$

$S_4 = W / D_a$

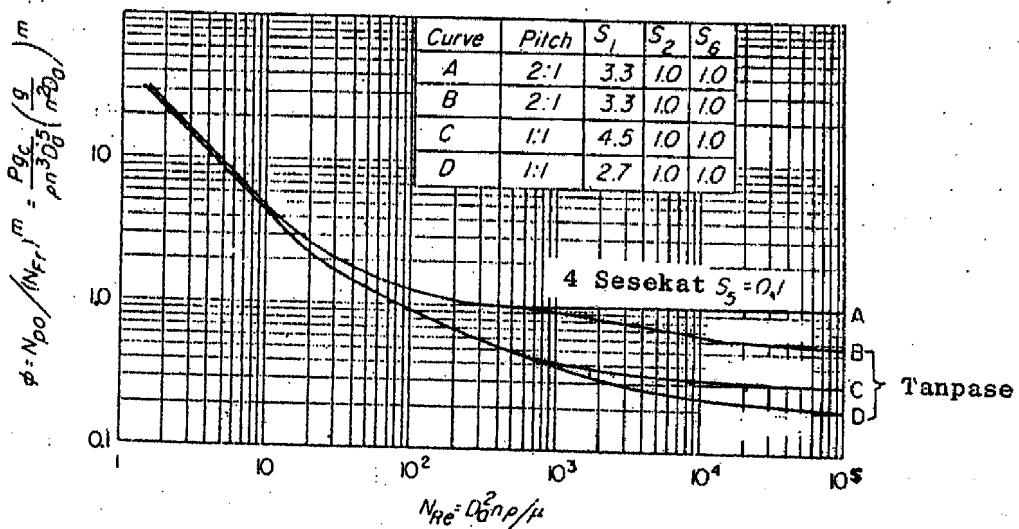
$S_5 = J / D_t$

$S_6 = H / D_t$

Jadual Pemalar a dan b.

Fig.	Line	a	b
0-14	B	1,0	40,0
9-15	B	1,7	18,0
9-15	C	0	18,0
0-15	D	2,3	18,0

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



Rajah Fungsi kuasa  $\phi$  lwn  $N_{Re}$  bagi propeler 3 bilah

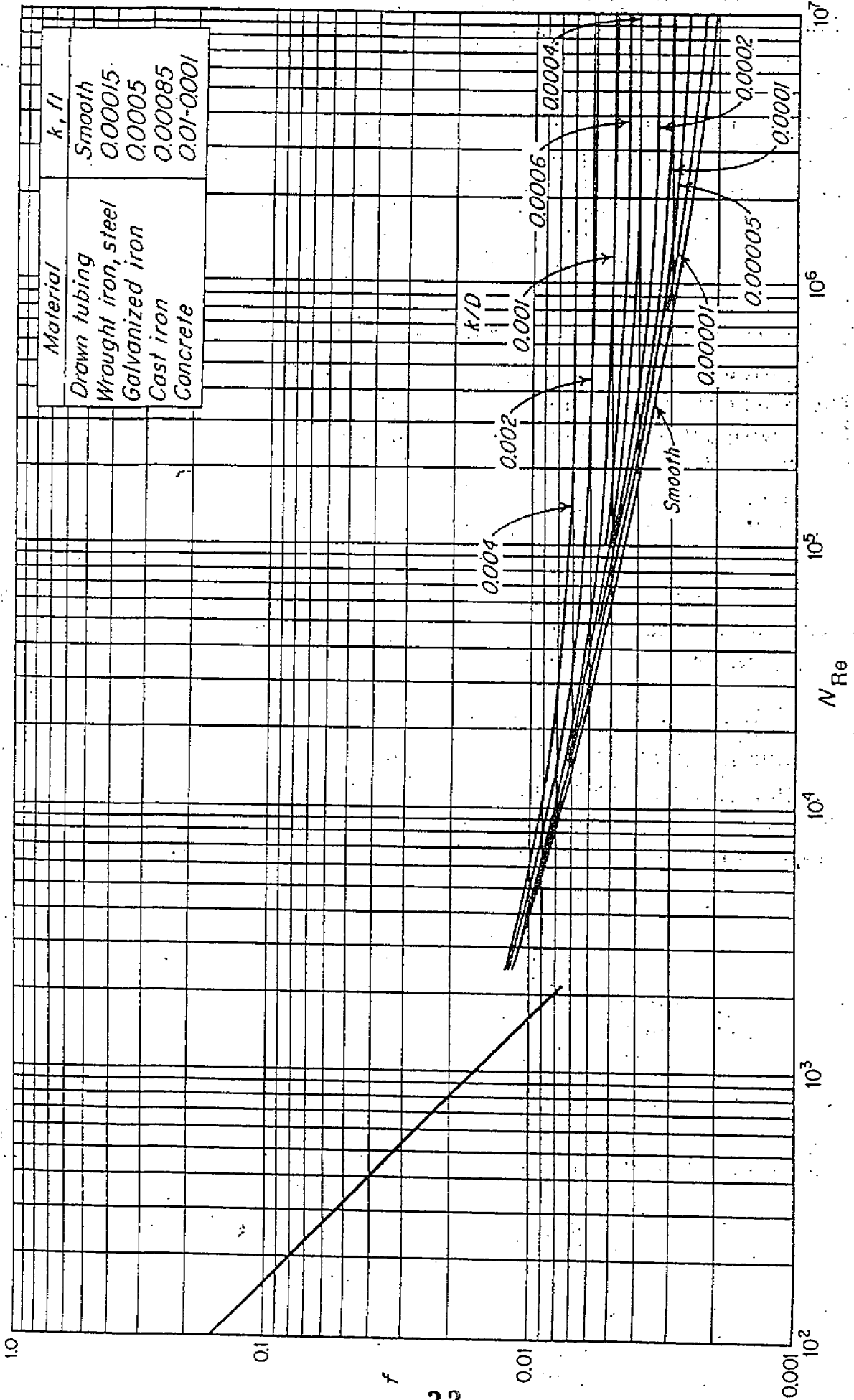


FIGURE  
Friction-factor chart.