

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2004/2005

Mac 2005

**IEK 103– Operasi Unit I**

Masa : 3 jam

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

Jawab LIMA soalan. Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. (a) Air yang berketumpatan  $999.0 \text{ kg/m}^3$  dan kelikatan  $1.30 \times 10^{-3} \text{ N.s/m}^2$  adalah dipamkan pada kadar  $1250 \text{ cm}^3/\text{s}$  menerusi satu paip keluli yang berdiameter  $25 \text{ mm}$ . Panjang paip ialah  $30 \text{ m}$ . Titik discas paip ialah  $15 \text{ m}$  ke atas takungan air. Jika keefisienan pam ialah  $65\%$ , hitungkan kuasa pam, dalam unit  $W$ .

(50 markah)

- (b) Dengan menggunakan Teorem Buckingham, dapatkan satu perhubungan di antara pembolehubah-pembolehubah berikut: perbezaan tekanan  $\Delta p$ , panjang paip  $L$ , diameter paip  $D$ , halaju bendalir  $V$ , kelikatan bendalir  $\mu$ , ketumpatan bendalir  $\rho$ , kekasaran paip  $k$ , dan factor pertukaran Newton  $g_c$ . Dimensi-dimensi untuk pembolehubah di atas adalah:

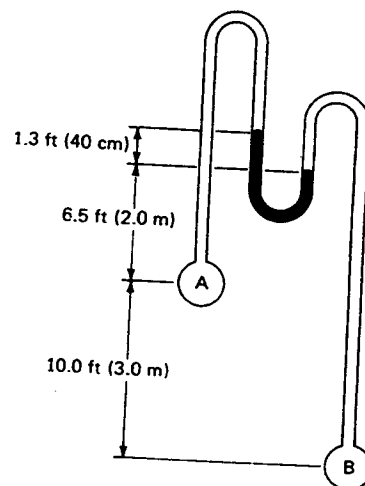
$$\begin{aligned} [\Delta p] &= \frac{\bar{F}}{\bar{L}^2} & [L] &= \bar{L} & [D] &= \bar{L} & [V] &= \frac{\bar{L}}{\bar{t}} \\ [\mu] &= \frac{\bar{M}}{\bar{L}\bar{t}} & [\rho] &= \frac{\bar{M}}{\bar{L}^3} & [k] &= \bar{L} & [g_c] &= \frac{\bar{M}\bar{L}}{\bar{F}\bar{t}^2} \end{aligned}$$

(50 markah)

2. (a) Satu larutan yang berketumpatan  $70 \text{ lb/ft}^3$  dan kelikatan  $1.25 \text{ cP}$  adalah dipamkan dari satu takungan besar terletak di lantai pada kadar  $15 \text{ ft}^3/\text{min}$  ke bahagian atas yang terbuka suatu tangki simpanan. Titik discas  $2.5\text{-in}$  paip itu ialah  $20 \text{ ft}$  ke atas lantai. Kerugian geseran untuk seluruh garispaip ialah  $2.0 \text{ ft}\cdot\text{lb}_f/\text{lb}$ . Jika pam tersebut boleh membekal  $0.15 \text{ hp}$ , apakah tingginya paras larutan di dalam takungan itu?

(50 markah)

- (b) Merujuk kepada manometer di bawah. Ketumpatan cecair A dan cecair B ialah masing-masing  $53.5 \text{ lb/ft}^3$  dan  $78.8 \text{ lb/ft}^3$ . Cecair manometer ialah merkuri yang berketumpatan  $848.2 \text{ lb/ft}^3$ . Jika tekanan di B,  $p_B$ , ialah  $30 \text{ lb}_f/\text{in}^2$ , apakah tekanan di A,  $p_A$ ?



(50 markah)

...3/-

3. (a) Satu cecair yang berketumpatan  $1014 \text{ kg/m}^3$  dan kelikatan  $0.13 \text{ cP}$  mengalir menerusi satu paip licin mendatar  $10 \text{ cm}$  dan panjangnya  $650 \text{ m}$ . Kadar aliran volumetrik ialah  $2.50 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ . Apakah kuasa yang dikehendaki untuk aliran tersebut?  
(40 markah)
- (b) Satu sistem paip mendatar mengandungi sebahagian yang berdiameter  $7.62 \text{ cm}$  dan panjang  $35 \text{ m}$ . Hujung bahagian ini mengecut secara mendadak ke satu bahagian yang berdiameter  $5 \text{ cm}$  dan panjangnya  $15 \text{ m}$ . Kadar aliran air pada  $21.11 \text{ }^\circ\text{C}$  menerusi sistem paip ini ialah  $7.50 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ . Apakah perbezaan tekanan menyeberangi sistem paip ini?  
(60 markah)
4. (a) Suatu cecair yang berketumpatan  $77.2 \text{ lb/ft}^3$  dan kelikatan  $0.74 \text{ cP}$  mengalir menerusi satu  $7.5\text{-in}$  ID paip. Satu meter orifis yang berdiameter  $1.14 \text{ in}$  dipasangkan di garispaip tersebut. Kejatuhan tekanan yang disukat menyeberangi meter orifis ialah  $34.6 \text{ lb}_f/\text{ft}^2$ . Hitungkan kadar aliran volumetrik dan halaju linear bagi aliran cecair tersebut menerusi paip itu.  
(50 markah)
- (b) Hitungkan daya yang menekan ke atas satu menara penyulingan silinder tingginya  $25 \text{ ft}$  dan diameternya  $3.5 \text{ ft}$ . Angin pada  $30 \text{ mi/h}$  bertiup dalam arah tegaklurus dengan paksi menara penyulingan tersebut. Ketumpatan udara ialah  $0.0735 \text{ lb/ft}^3$  dan kelikatan kinematikanya  $16.0 \times 10^{-5} \text{ ft}^2/\text{s}$ .  $1 \text{ mi} = 5280 \text{ ft}$ . Diameter setara bagi zarah bukan sferis ditakrifkan sebagai satu sfera yang bernisbah permukaan – isipadu yang sama dengan zarah berkenaan.  
(50 markah)
5. Suatu cecair yang berketumpatan  $67 \text{ lb/ft}^3$  dan kelikatan  $1.15 \text{ cP}$  dipamkan ke bahagian bawah suatu tangki besar pada kadar  $120 \text{ gal/min}$ . Paras cecair di dalam tangki besar itu ialah  $60 \text{ ft}$  ke atas paras pam. Panjang setara paip keluli lurus dari pam ke tangki itu ialah  $175 \text{ ft}$ . Paip keluli mempunyai diameter  $2 \text{ in}$ . Tekanan di sedutan pam ialah  $20 \text{ lb}_f/\text{in}^2$ .
- (a) Hitungkan tekanan di sisi discas pam;  
(b) Jika keefisienan pam ialah  $65 \%$ , apakah kuasakuda pam?  
(c) Jika kos tenaga elektrik ialah  $\text{RM}3.0$  setiap kuasakudajam, apakah kos tenaga sehari untuk mengoperasikan pam itu?  
(100 markah)

6. Satu turbin berbilah-rata yang mempunyai enam bilah telah dipasangkan di tengah suatu tangki tegak. Diameter tangki ialah 6 ft, diameter turbin 2 ft dan dipasang 2 ft dari dasar tangki. Lebarnya bilah turbin 5 in. Tangki tersebut diisikan sedalam 6 ft dengan satu larutan yang mempunyai kelikatan 15 cP dan ketumpatan 95.0 lb/ft<sup>3</sup>. Turbin itu beroperasi pada 100 rpm. Kirakan kuasa yang dikehendaki, dalam unit hp jika
- (a) tangki itu bersesekat;
  - (b) tangki itu tanpa sesekat.

(100 markah)

# PROPERTIES - 5 - OF LIQUID WATER

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.

# CONVERSION FACTORS AND CONSTANTS OF NATURE

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/m <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>
Btu/lb	cal <sub>IT</sub> /g	0.55556
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*
cm	in.	0.39370
	ft	0.0328084
cm <sup>3</sup>	ft <sup>3</sup>	3.531467 × 10 <sup>-5</sup>
	gal (U.S.)	2.64172 × 10 <sup>-4</sup>
cP (centipoise)	kg/m-s	1* × 10 <sup>-3</sup>
	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*
ft-lb <sub>f</sub>	Btu	1.2851 × 10 <sup>-3</sup>
	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
ft <sup>3</sup> -atm	Btu	2.71948
	cal <sub>IT</sub>	685.29
	J	2.8692 × 10 <sup>3</sup>
ft <sup>3</sup> /s	gal (U.S.)/min	448.83
gal (U.S.)	ft <sup>3</sup>	0.13368
	in. <sup>3</sup>	231*
gravitational constant	N-m <sup>2</sup> /kg <sup>2</sup>	6.673 × 10 <sup>-11</sup>
gravity acceleration, standard	m/s <sup>2</sup>	9.80665*
h	min	60*
	s	3600*
hp	Btu/h	2544.43
	kW	0.74624
hp/1000 gal	kW/m <sup>3</sup>	0.197
in.	cm	2.54*
in. <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	16.3871
J	erg	1* × 10 <sup>7</sup>
	ft-lb <sub>f</sub>	0.73756
kg	lb	2.20462
kWh	Btu	3412.1
L	m <sup>3</sup>	1* × 10 <sup>-3</sup>
lb	kg	0.45359237*
lb/ft <sup>3</sup>	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>2</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*

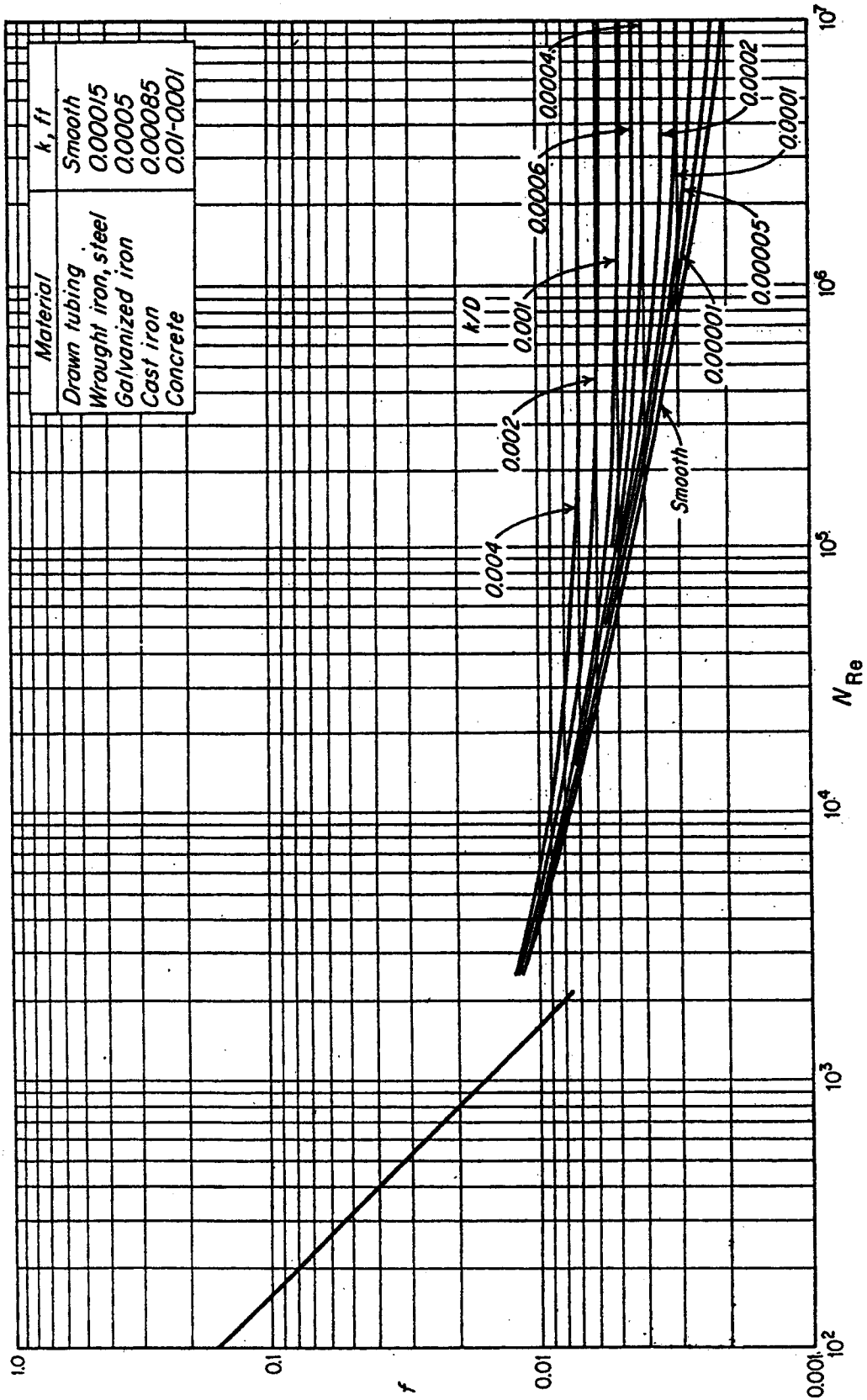
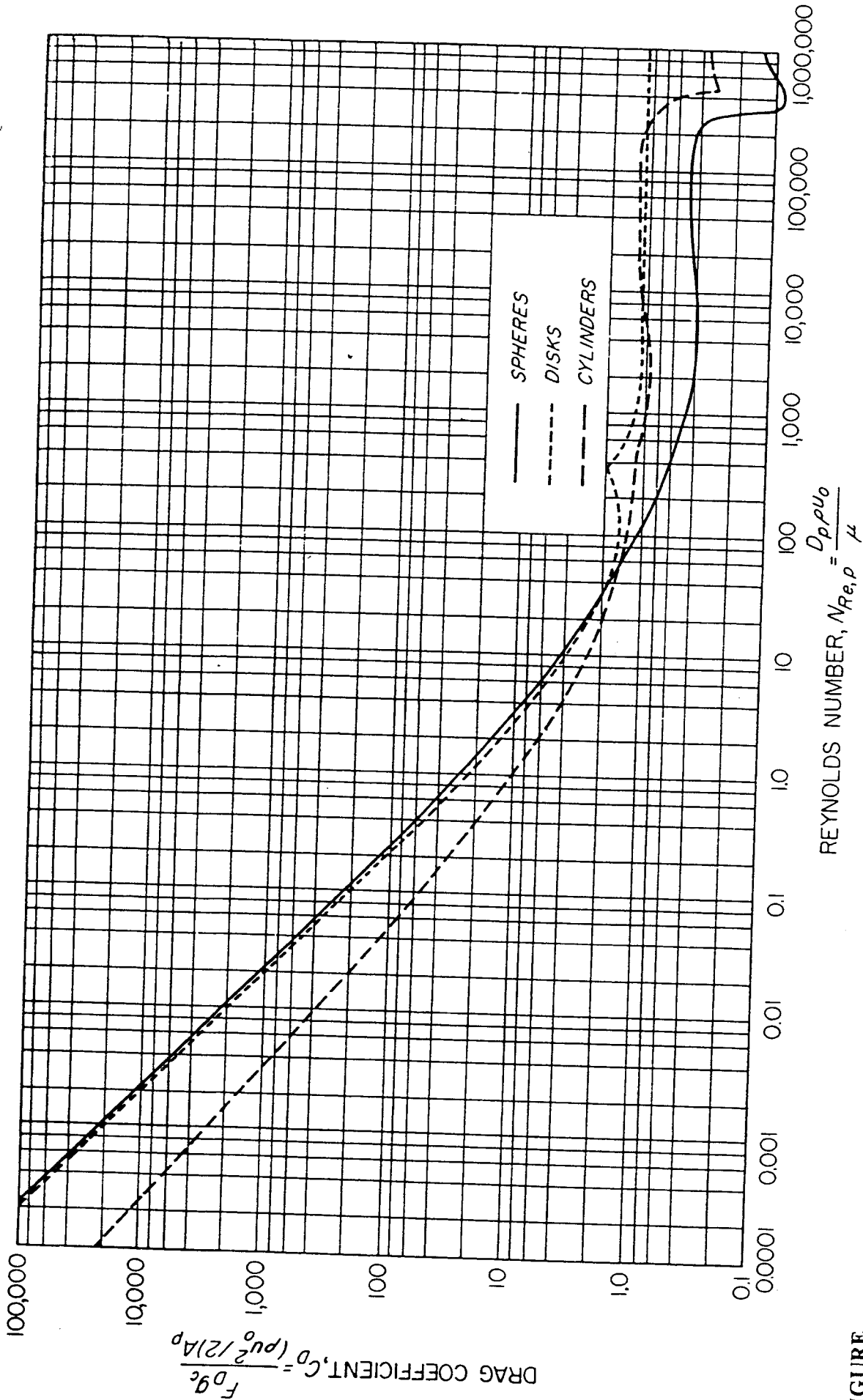


FIGURE Friction-factor chart.



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.]



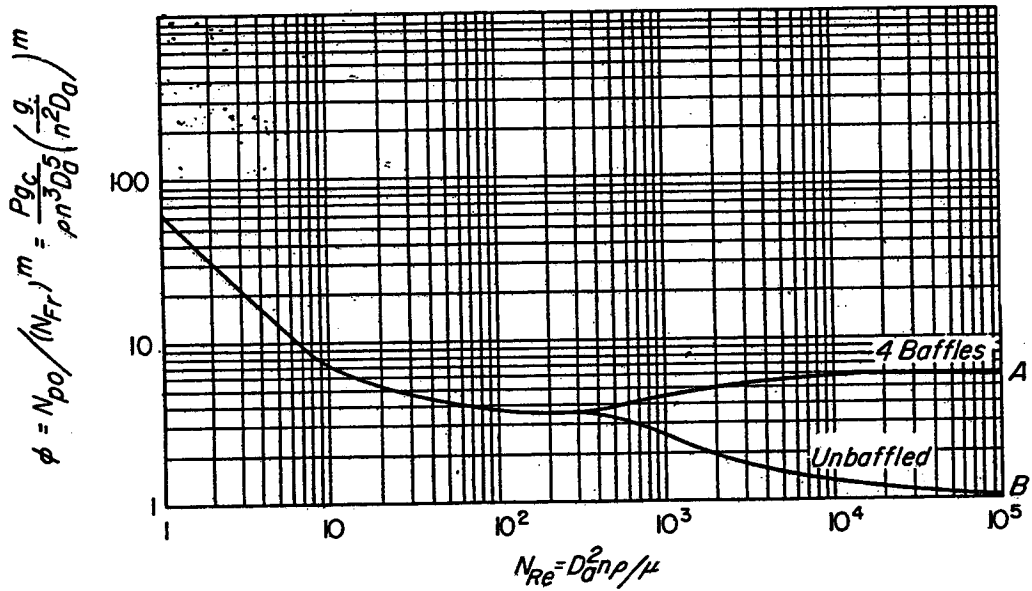


Figure 9-14 Power function  $\phi$  vs.  $N_{Re}$  for six-blade turbine.

$$S_1 = D_t / D_a, \quad S_2 = E / D_a$$

$$S_3 = L / D_a, \quad S_4 = W / D_a$$

$$S_5 = J / D_t, \quad S_6 = H / D_t$$

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

Table 9-1 Constants a and 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

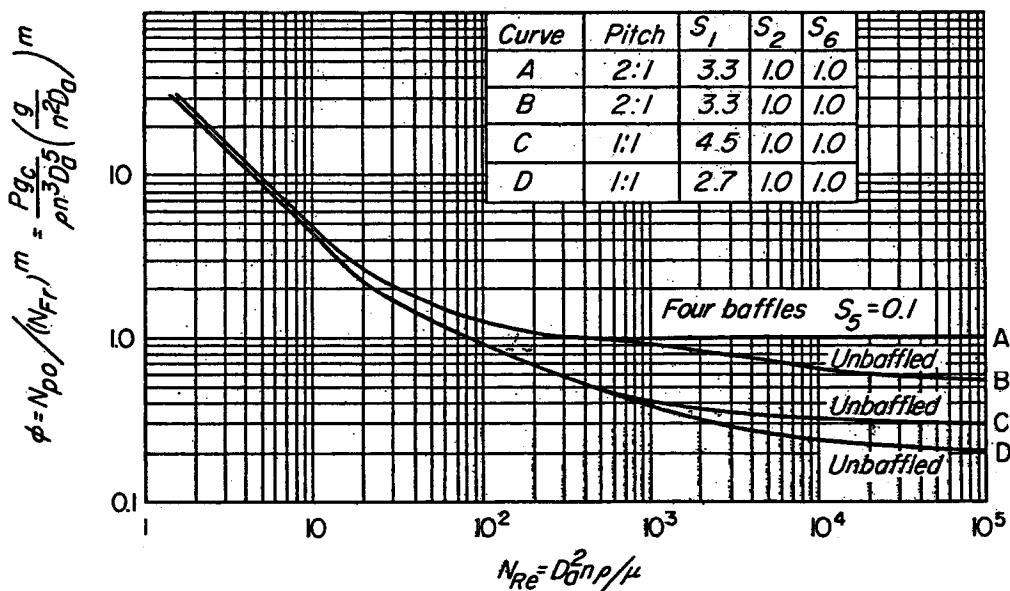


Figure 9-15 Power function  $\phi$  vs.  $N_{Re}$  for three-bladed propellers.