

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

**Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1993/94**

April 1994

IKK 200/4 - PENGANTAR OPERASI PEMINDAHAN

Masa : [3 jam]

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi SEPULUH (10) mukasurat (termasuk lampiran) yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab LIMA (5) soalan, (wajib satu dari Bahagian B). Semua soalan mesti dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

BAHAGIAN A

1. Cecair logam Bismuth mengalir pada kadar 2.0 kg/s memasuki satu tiub bergaris rentas bahagian dalam 35 mm pada takat suhu 425°C dan ia dipanaskan hingga ke 430°C di dalam tiub. Dinding tiub dikekalkan pada 25°C lebih tinggi dari suhu pukal cecair. Kirakan berapakah panjang tiub yang diperlukan.

Ciri-ciri fizikal adalah seperti di bawah:

Kekonduksian termal $k = 15.6 \text{ W/m.K}$

Muatan haba $C_p = 149 \text{ J/kg K}$

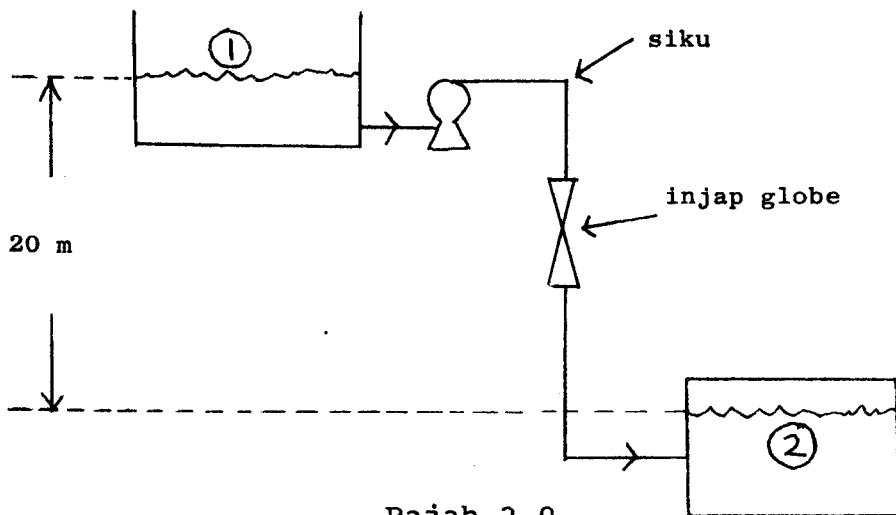
Kelikatan cecair $\mu = 1.34 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$

Diberi bahawa $N_{Pe} = N_{Pr} N_{Re}$

$$N_{Re} = \frac{DG}{\mu}$$

(100 markah)

2. Sejenis minyak berketumpatan 833 kg/m^3 dan berkelikatan $3.3 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ dipam dari satu tangki terbuka ke satu tangki yang termampat pada tekanan 345 kPa gauge. Minyak dipam menerusi satu suapan pada tepi tangki terbuka menggunakan talian paip keluli komersial bergaris rentas bahagian dalam 0.07792 m pada kadar $3.494 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. Panjang bahagian paip yang lurus ialah 122 m dan talian paip mempunyai dua siku 90 darjah serta satu injap globe separuh terbuka. Paras cecair di dalam tangki terbuka ialah 20 m di atas paras tangki termampat. Efisiensi pam ialah 0.65% . Kirakan berapakah kuasa pam dalam kW yang diperlukan? (Rujuk Rajah 2.0).



Rajah 2.0

Sistem Pam Termampat

Sila gunakan: Jadual 2.1 Kehilangan geseran untuk aliran menerusi injap dan pasangan dan Rajah 2.1 Kehilangan geseran untuk bendalir di dalam paip.

(100 markah)

3. Larutan HCl (A) meresap menerusi satu filem air (B) yang tebalnya 2 mm pada suhu 283°K . Kepekatan HCl pada titek 1 di satu sempadan filem ialah 12% berat HCl (ketumpatan $\rho_1 = 1060.7 \text{ kg/m}^3$) dan pada sempadan yang lagi satu di titek 2 ialah 6% berat HCl ($\rho_2 = 1030.3 \text{ kg/m}^3$). Koefisien resapan HCl di dalam air ialah $2.5 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$. Anggapkan bahawa suasana mantap telah tercapai dan satu sempadan tidak boleh ditelap air, kirakan berapakah fluks HCl dalam $\text{kg mol/m}^2\text{s}$?

(100 markah)

4. (a) Satu campuran wap air dan udara melalui satu proses pengeringan bersuhu bebuli kering 57.2°C dan berlembapan $0.030 \text{ kg H}_2\text{O/kg}$ udara kering. Dengan menggunakan carta lembapan serta persamaan yang berkaitan, tentukan berapakan nilai? (Rujuk Rajah 1.0).
- (i) Peratus lembapan H ,
 - (ii) Lembapan tepu pada suhu 57.2°C H_s ,
 - (iii) Titik embun T ,
 - (iv) Haba lembapan C_s ,
 - (v) Isipadu lembapan v_H .

4. (b) Udara pada suhu 82.2°C dan berlembapan $H = 0.0655$ Kg $\text{H}_2\text{O}/\text{kg}$ udara kering disentuhkan di dalam satu penepuan adiabatic (adiabatic saturator) dengan air. Udara keluar dari alatan pada ketepuan 80%.
- (i) Berapakah nilai akhir H dan $T^{\circ}\text{C}$ udara?
- (ii) Jika udara pada 100% ketepuan, berapakah nilai H dan $T^{\circ}\text{C}$?

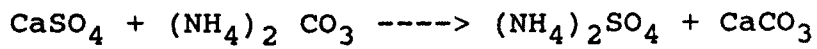
(100 markah)

BAHAGIAN B

5. (a) Tulis nota ringkas mengenai Radas Orsat.
- (b) Sesuatu bahanapi cecair yang berkomposisi 84% C dan 16% H_2 dibakar dengan udara kering tetapi hanya 90% sahaja daripada keperluan udara kering itu dibekalkan. Apakah analisis gas cerobong (termasuk air) kalau nisbah mol $\text{CO} : \text{H}_2$ dalam gas cerobong ialah 2 : 1?

(60 markah)

6. Tindakbalas untuk menghasilkan ammonium sulfat



memerlukan 2040 kg/h CaSO_4 dan suatu larutan 80% $(\text{NH}_4)_2 \text{CO}_3$ (yang dibekalkan dengan 15% kelebihan). Penyempurnaan tindakbalas hanya 90%. Apabila hasil tindakbalas itu dituraskan, turasan mengandungi $(\text{NH}_4)_2 \text{CO}_3$, $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ dan H_2O dan kek mengandungi CaSO_4 , CaCO_3 dan 6% H_2O .

Gunakan dasar 1 jam untuk menentukan (dalam % berat).

(a) Analisis kek

(b) Analisis turasan

(Berat Atom: C = 12, Ca = 40, H = 1, N = 14, O = 16, S = 32).

(100 markah)

ooooo00000ooooo

TABLE 2.1 *Friction Loss for Turbulent Flow Through
Valves and Fittings*

<i>Type of Fitting or Valve</i>	<i>Frictional Loss, Number of Velocity Heads, K_f</i>	<i>Frictional Loss, Equivalent Length of Straight Pipe in Pipe Diameters, L_e/D</i>
Elbow, 45°	0.35	17
Elbow, 90°	0.75	35
Tee	1	50
Return bend	1.5	75
Coupling	0.04	2
Union	0.04	2
Gate valve		
Wide open	0.17	9
Half open	4.5	225
Globe valve		
Wide open	6.0	300
Half open	9.5	475
Angle valve, wide open	2.0	100
Check valve		
Ball	70.0	3500
Swing	2.0	100
Water meter, disk	7.0	350

Source : R. H. Perry and C. H. Chilton, *Chemical Engineers' Handbook*, 5th ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1973. With permission.

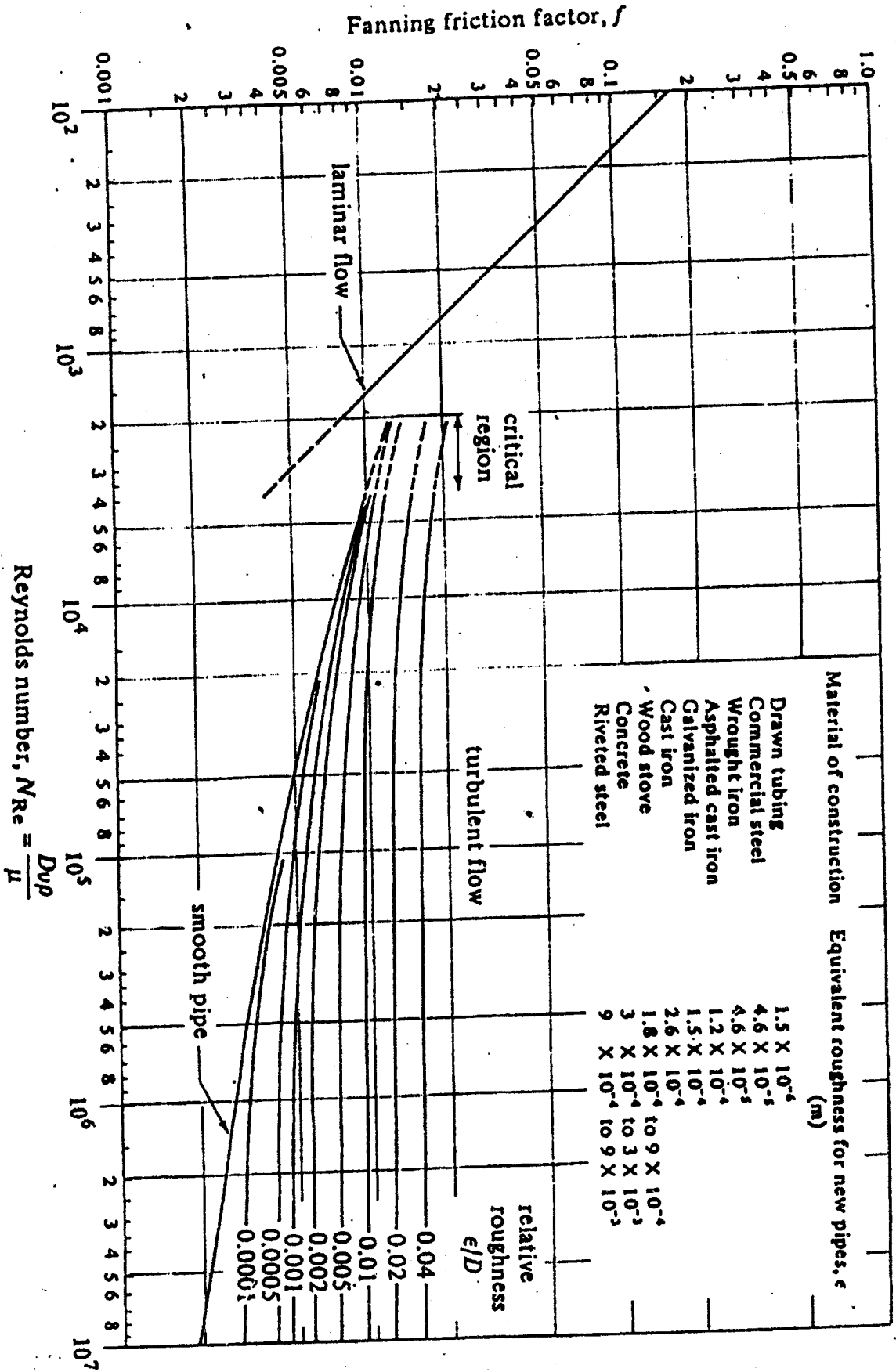


FIGURE 2-1
 Friction factors for fluids inside pipes. [Based on L. F. Moody, Trans. A.S.M.E., 66, 671. (1944); Mech. Eng. 69, 1005 (1947). With permission.]

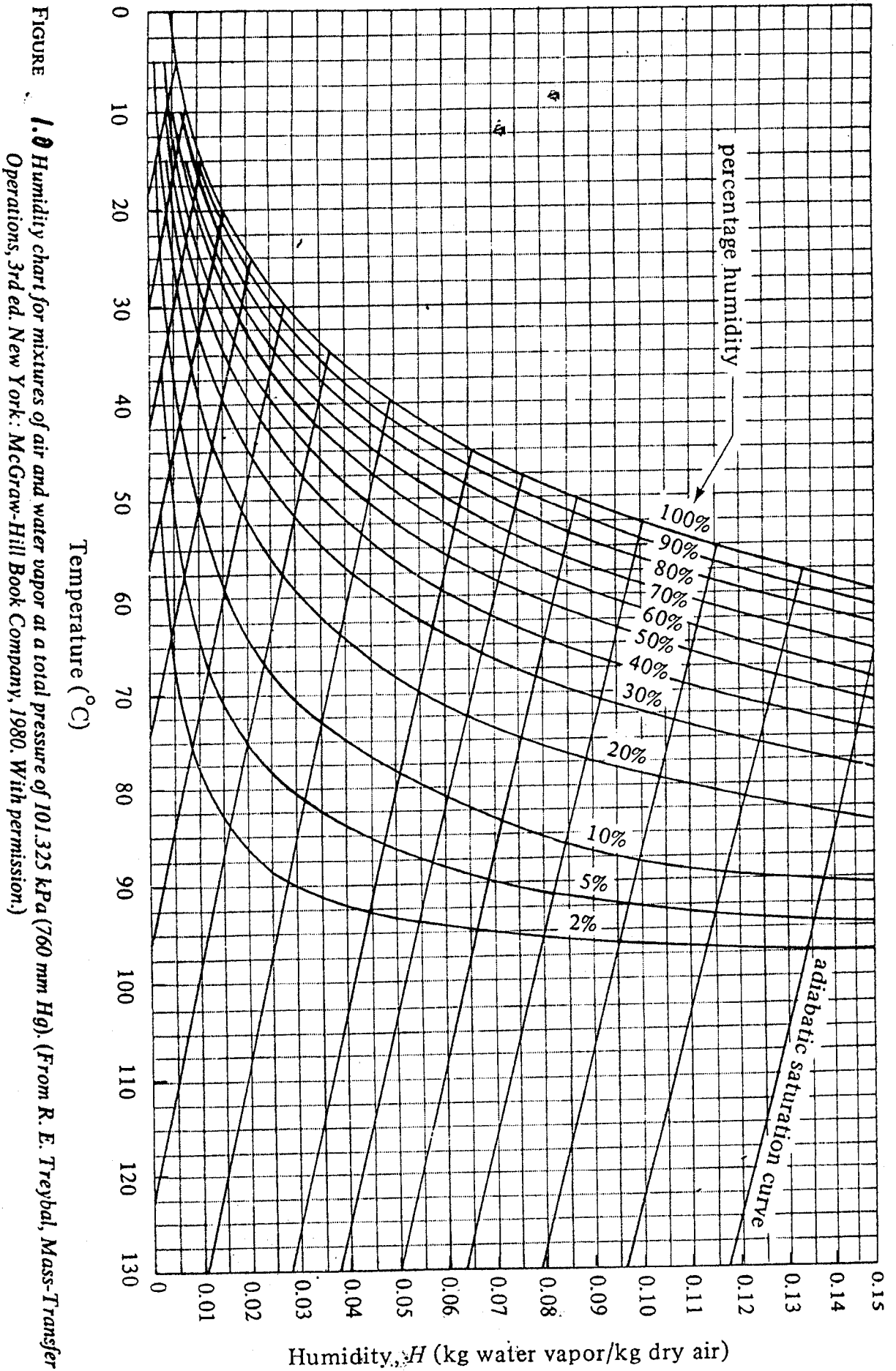


FIGURE 1.0 Humidity chart for mixtures of air and water vapor at a total pressure of 101.325 kPa (760 mm Hg). (From R. E. Treybal, Mass-Transfer Operations, 3rd ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1980. With permission.)

1 micron = 10^{-6} m = 10^{-4} cm = 10^{-3} mm = 1 μ m (micrometer)
 1 Å (angstrom) = 10^{-10} m = 10^{-8} μ m
 1 mile = 5280 ft
 1 m = 3.2808 ft = 39.37 in.

A.1-4 Mass

1 lb_m = 453.59 g = 0.45359 kg
 1 lb_m = 16 oz = 7000 grains
 1 kg = 1000 g = 2.2046 lb_m
 1 ton (short) = 2000 lb_m
 1 ton (long) = 2240 lb_m
 1 ton (metric) = 1000 kg

A.1-5 Standard Acceleration of Gravity

$g = 9.80665$ m/s²
 $g = 980.665$ cm/s²
 $g = 32.174$ ft/s²
 g , (gravitational conversion factor) = 32.1740 lb_m · ft/lb_f · s²
 = 980.665 g_m · cm/g_f · s²

A.1-6 Volume

1 L (liter) = 1000 cm³ 1 m³ = 1000 L (liter)
 1 in.³ = 16.387 cm³ 1 U.S. gal = 4 qt
 1 ft³ = 28.317 L (liter) 1 U.S. gal = 3.7854 L (liter)
 1 ft³ = 0.028317 m³ 1 U.S. gal = 3785.4 cm³
 1 ft³ = 7.481 U.S. gal
 1 m³ = 264.17 U.S. gal
 1 British gal = 1.20094 U.S. gal

A.1-7 Force

1 g · cm/s² (dyn) = 10^{-5} kg · m/s² = 10^{-5} N (newton)
 1 g · cm/s² = 7.2330×10^{-5} lb_m · ft/s² (poundal)
 1 kg · m/s² = 1 N (newton)
 1 lb_f = 4.4482 N
 1 g · cm/s² = 2.2481×10^{-6} lb_f

A.1-8 Pressure

1 bar = 1×10^5 Pa (pascal) = 1×10^5 N/m²
 1 psia = 1 lb_f/in.²
 1 psia = 2.0360 in. Hg at 0°C
 1 psia = 2.311 ft H₂O at 70°F
 1 psia = 51.715 mm Hg at 0°C ($\rho_{H_2O} = 13.5955$ g/cm³)
 1 atm = 14.696 psia = 1.01325×10^5 N/m² = 1.01325 bar
 1 atm = 760 mm Hg at 0°C = 1.01325×10^5 Pa
 1 atm = 29.921 in. Hg at 0°C
 1 atm = 33.90 ft H₂O at 4°C

1 psia = 6.89476×10^4 g/cm · s²
 1 psia = 6.89476×10^4 dyn/cm²
 1 dyn/cm² = 2.0886×10^{-3} lb_f/ft²
 1 psia = 6.89476×10^3 N/m²
 1 lb_f/ft² = 4.7880×10^2 dyn/cm² = 47.880 N/m²
 1 mm Hg (0°C) = 1.333224×10^2 N/m² = 0.1333224 kPa

A.1-9 Power

1 hp = 0.74570 kW 1 watt (W) = 14.340 cal/min
 1 hp = 550 ft · lb_f/s 1 btu/h = 0.29307 W (watt)
 1 hp = 0.7068 btu/s 1 J/s (joule/s) = 1 W

A.1-10 Heat, Energy, Work

1 J = 1 N · m = 1 kg · m²/s²
 1 kg · m²/s² = 1 J (joule) = 10^7 g · cm²/s² (erg)
 1 btu = 1055.06 J = 1.05506 kJ
 1 btu = 252.16 cal (thermochemical)
 1 kcal (thermochemical) = 1000 cal = 4.1840 kJ
 1 cal (thermochemical) = 4.1868 J
 1 cal (IT) = 4.1868 J
 1 btu = 251.996 cal (IT)
 1 btu = 778.17 ft · lb_f
 1 hp · h = 0.7457 kW · h
 1 hp · h = 2544.5 btu
 1 ft · lb_f = 1.35582 J
 1 ft · lb_f/lb_m = 2.9890 J/kg

A.1-11 Thermal Conductivity

1 btu/h · ft · °F = 4.1365 × 10⁻³ cal/s · cm · °C
 1 btu/h · ft · °F = 1.73073 W/m · K

A.1-12 Heat-Transfer Coefficient

1 btu/h · ft² · °F = 1.3571×10^{-4} cal/s · cm² · °C
 1 btu/h · ft² · °F = 5.6783×10^{-4} W/cm² · °C
 1 btu/h · ft² · °F = 5.6783 W/m² · K
 1 kcal/h · m² · °F = 0.2048 btu/h · ft² · °F

A.1-13 Viscosity

1 cp = 10⁻² g/cm · s (poise)
 1 cp = 2.4191 lb_m/ft · h
 1 cp = 6.7197 × 10⁻⁴ lb_m/ft · s
 1 cp = 10⁻³ Pa · s = 10⁻³ kg/m · s = 10⁻³ N · s/m²
 1 cp = 2.0886 × 10⁻⁵ lb_f · s/ft²
 1 Pa · s = 1 N · s/m² = 1 kg/m · s = 1000 cp