มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำปีการศึกษา 2/2555

วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2556 เวลา 09.00-12.00 น.

วิชา 215-241, 216-241 Mechanics of Fluid I ห้อง Robot , R200

คำสั่ง

ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ทำหมดทุกข้อ ในข้อสอบ

ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ

อนุญาตใช้ดินสอได้

อนุญาตใช้เครื่องคิดเลขทุกชนิด

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	20	
2	20	
3	20	
4	20	
5	20	
รวม	100	

ชื่อ-สกุล.....

รหัส.....

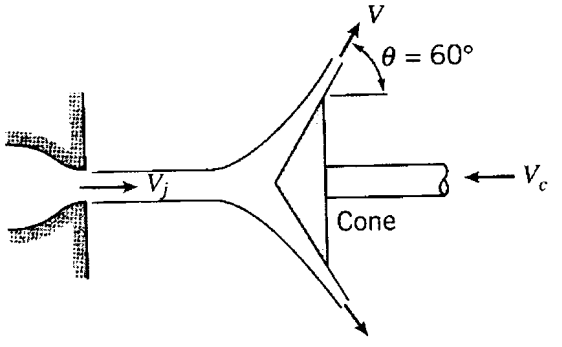
อาจารย์ผู้สอน.....

ข้อ 1 (20 คะแนน)

น้ำ (ρ = 1000 kg/m^3) พุ่งด้วยความเร็ว 30 m/s ไปทางขวามือ เป็นลำเจ็ตที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 mm ลำเจ็ตพุ่งไปกระทบกับกรวยซึ่งเคลื่อนที่ไปทางซ้ายมือด้วยความเร็ว 14 m/s จากสมการโมเมนตัม

$$\sum \vec{F} = \frac{d}{dt}\int_{CV} \rho \vec{V} d\forall + \int_{CS} \vec{V}\rho(\vec{V}\cdot\vec{n})dA$$

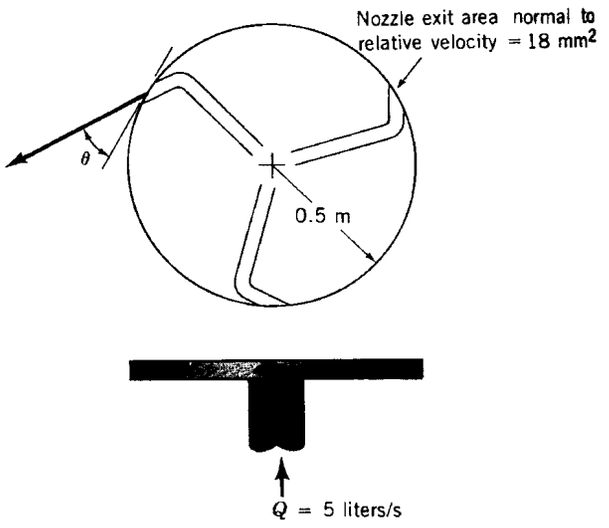
จงหาแรงในแนวระดับที่ใช้เคลื่อนกรวย และหาความหนาของน้ำที่ไหลออกจากขอบของกรวยที่รัศมี 230 mm



ข้อ 2 (20 คะแนน)

น้ำ (ρ = 1000 kg/m^3)ไหลเข้าสปริงเกอร์ในอัตรา 5 L/s (0.005 m^3/s) ดังในรูป พื้นที่หน้าตัดของหัวฉีดแต่ละอันเท่ากับ 18 mm^2 น้ำพุ่งออกจากหัวฉีดทำมุม θ = 60 องศา

(ก) จงหาแรงบิด ที่ทำให้สปริงเกอร์อยู่นิ่ง (ข) จงหาความเร็วสูงสุดสปริงเกอร์นี้ (ค) ถ้าต้องให้สปริงเกอร์หมุนด้วยความเร็วสูงกว่าข้อ (ข) ซึ่งน้ำไหลออกทำมุม θ = 60 องศา ควรจะปรับมุม θ อย่างไร



ข้อ 3

3.1 (10 คะแนน)

ลวดยืดหยุ่น (thin elastic wire) วางอยู่ระหว่าง ตัวรองรับแข็ง (rigid support) เพื่อใช้ศึกษาการโก่งตัวสถิต (static deflection, δ) ที่จุดกึ่งกลางเนื่องจากแรงฉุด (drag force) เมื่อลมไหลผ่าน

$$\delta = f(L, D, \rho, \mu, V, E)$$

เมื่อ

δ = ระยะโก่งตัว (m)

L = ความยาวของลวด (m)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางของลวด (m)

ρ = ความหนาแน่นของอากาศ (kg/m^3)

μ = ความหนืดของอากาศ (kg/m.s)

V = ความเร็วของอากาศ (m/s)

E = the modulus of elasticity ของวัสดุที่ใช้ทำลวด

จงหาเทอมไร้มิติ

TABLE 1.1 Dimensions Associated with Common Physical Quantities

	FLT System	*MLT* System
Acceleration	LT^{-2}	LT^{-2}
Angle	$F^0L^0T^0$	$M^0L^0T^0$
Angular acceleration	T^{-2}	T^{-2}
Angular velocity	T^{-1}	T^{-1}
Area	L^2	L^2
Density	$FL^{-4}T^2$	ML^{-3}
Energy	FL	ML^2T^{-2}
Force	F	MLT^{-2}
Frequency	T^{-1}	T^{-1}
Heat	FL	ML^2T^{-2}
Length	L	L
Mass	$FL^{-1}T^2$	M
Modulus of elasticity	FL^{-2}	$ML^{-1}T^{-2}$
Moment of a force	FL	ML^2T^{-2}
Moment of inertia (area)	L^4	L^4
Moment of inertia (mass)	FLT^2	ML^2
Momentum	FT	MLT^{-1}
Power	FLT^{-1}	ML^2T^{-3}
Pressure	FL^{-2}	$ML^{-1}T^{-2}$
Specific heat	$L^2T^{-2}\Theta^{-1}$	$L^2T^{-2}\Theta^{-1}$
Specific weight	FL^{-3}	$ML^{-2}T^{-2}$
Strain	$F^0L^0T^0$	$M^0L^0T^0$
Stress	FL^{-2}	$ML^{-1}T^{-2}$
Surface tension	FL^{-1}	MT^{-2}
Temperature	Θ	Θ
Time	T	T
Torque	FL	ML^2T^{-2}
Velocity	LT^{-1}	LT^{-1}
Viscosity (dynamic)	$FL^{-2}T$	$ML^{-1}T^{-1}$
Viscosity (kinematic)	L^2T^{-1}	L^2T^{-1}
Volume	L^3	L^3
Work	FL	ML^2T^{-2}

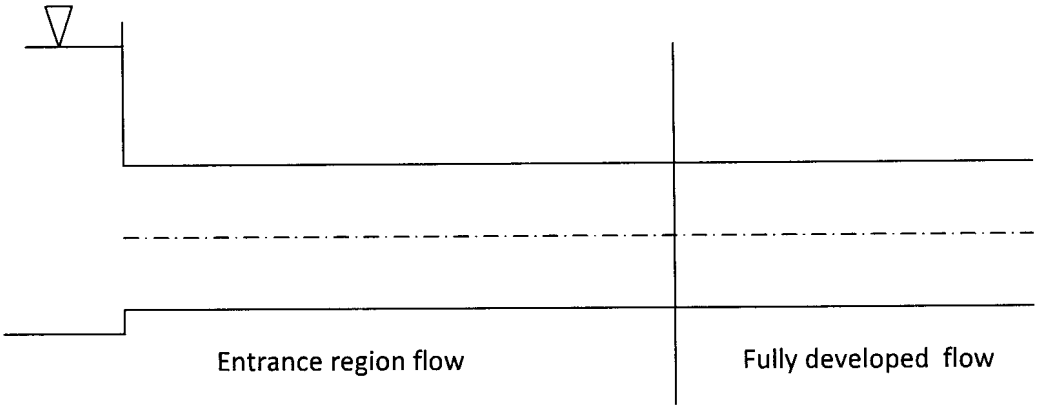
3.2 (10 คะแนน)

Glycerin ที่ $20^{\circ}C$ (SG = 1.26 , μ ดูจากกราฟที่ให้มา) ไหลด้วยความเร็ว 4 m/s ผ่านท่อซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 mm ถ้าจำลองการไหลโดยใช้อากาศ (ρ = 1.21 kg/m^3, μ ดูจากราฟที่ให้มา) ที่ความเร็ว 2 m/s อยากทราบว่าท่อแบบจำลองจะต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่าใด แบบจำลอง กับ ต้นแบบ จึงจะมีความคล้ายเชิง dynamic

ข้อ 4 (20 คะแนน)

4.1 (2 คะแนน) ในการไหลจากถังเข้าท่อ จะแบ่งการไหลเป็นสองบริเวณ คือ บริเวณทางเข้า (entrance region flow) กับบริเวณ fully developed flow

อยากทราบว่า บริเวณทั้งสองแตกต่างกันอย่างไร และจงเสก็ตรูปอธิบายความแตกต่างของการไหลทั้งสองบริเวณ

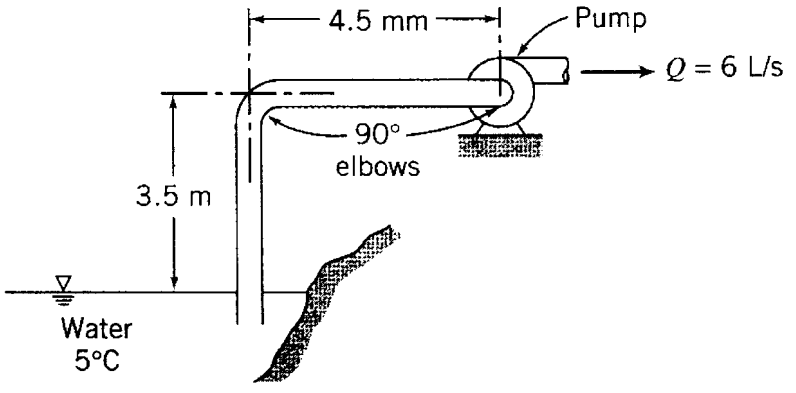


4.2 (3 คะแนน) ตัวเลขเรย์โนลด์ ($Re = \rho VD/\mu$) ใช้สำหรับจำแนกของไหล เป็นการไหลราบเรียบ (Laminar) ช่วงเปลี่ยนการไหล (transition) และการไหลปั่นป่วน (turbulent) อยากทราบว่า (ก) มีการจำแนกการไหลอย่างไร, (ข) ทำไมเราไม่ใช่ช่วงเปลี่ยนการไหล (transition) ในการออกแบบ, (ค) ถ้าท่อที่ใช้เป็นท่อสี่เหลี่ยม จะคำนวณตัวเลขเรย์โนลด์อย่างไร

4.3 (3 คะแนน) Net positive suction head (NPSH) คือ อะไร จงแสดงสมการสำหรับใช้คำนวณ NPSH

4.4 ปั๊มติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งสูงจากระดับน้ำ 3.5 m ดังในรูป ปั๊มมีอัตราไหล 6 L/s (6 x 10^{-3} m^3/s) ปั๊มทำงานได้เมื่อความดันที่ทางเข้าไม่ต่ำกว่า – 6 m H_2O (gage) น้ำมีอุณหภูมิ 25°C ซึ่งสมบัติอ่านจากกราฟและตารางที่ให้มา ท่อที่ใช้ คือ commercial steel (e = 0.046 mm) ที่ปลายท่อมี foot valve แบบ hinge disk (Le/D = 75) ปลายท่อจมอยู่ในน้ำ 1 m ท่อทางดูดมี standard elbow จำนวน 2 ตัว

จงหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (D) น้อยที่สุด ของท่อทางดูดของปั๊มนี้ (12 คะแนน) กำหนดให้ K = f L/D



ข้อ 5 (20 คะแนน)

5.1 จากสมการพลังงาน $$\frac{P_1}{\rho g}+\alpha_1\frac{V_1^2}{2g}+z_1+h_{pump}=\frac{P_2}{\rho g}+\alpha_2\frac{V_2^2}{2g}+z_2+h_{turbine}+h_L$$

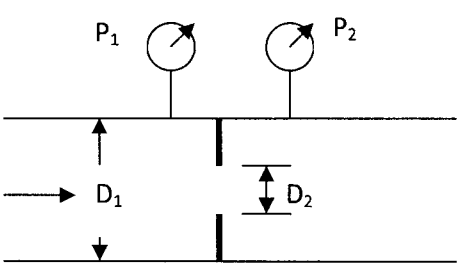
(ก) α คือ อะไร การไหลแบบไหน เราสามารถละทิ้ง α ไม่นำมาคิดได้ (2 คะแนน)

(ข) ความดัน static วัดได้อย่างไร (1 คะแนน)

(ง) ความดัน dynamic (velocity) วัดอย่างไร (1 คะแนน)

(จ) สมการ Bernoulli และ สมการพลังงาน แตกต่างกันอย่างไร (1 คะแนน)

(ฉ) ในอุปกรณ์วัดอัตราไหล orifice จงใช้สมการ Bernoulli และ สมการ continuity ($Q_1 = Q_2 = AV$) ในการหาอัตราไหล Q ในเทอมของ ρ, P_1, P_2, D_1, D_2 (5 คะแนน)



5.2 (10 คะแนน)

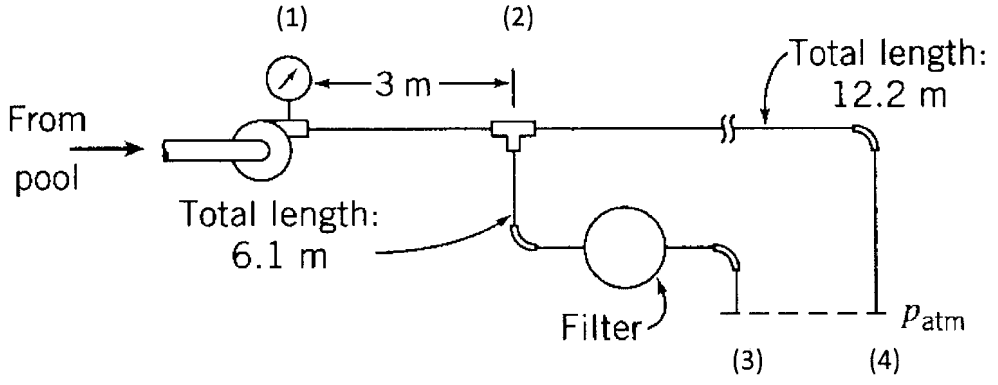
สระว่ายน้ำแห่งหนึ่ง มีการแบ่งน้ำบางส่วนให้ไหลผ่านระบบกรอง ถ้าน้ำมีอุณหภูมิ 25°C น้ำถูกสูบจากสระว่ายน้ำในอัตรา 2 L/s ท่อที่ใช้ คือ ท่อพีวีซี(ท่อผิวเรียบ) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm และวางอยู่ในระดับเดียวกัน ความดันคร่อมหรือความดันลดที่ตัวกรอง (filter) $\Delta P = 1039\ Q^2$ kPa เมื่อ Q มีหน่วย L/s

((ก) จงหาเฮดสูญเสียในท่อระหว่างจุด (1) กับ (2)

(ข) สมมติอัตราการไหลเท่ากันในท่อ (2)-(3) และท่อ (2)-(4) จงหาเฮดสูญเสียในท่อทั้งสอง (2)-(3) และ (2)-(4)

(ค) จากข้อ (ข) การไหลในท่อทั้งสองเป็นจริงหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ จงหาการไหลที่เป็นจริงในท่อทั้งสอง

กำหนดให้ สมบัติของน้ำ อ่านจากกราฟที่ให้มา ทางเข้า (K = 0.5) ทางออก (K = 1.0) และอุปกรณ์อื่นอ่านค่าจากตารางที่ให้มา



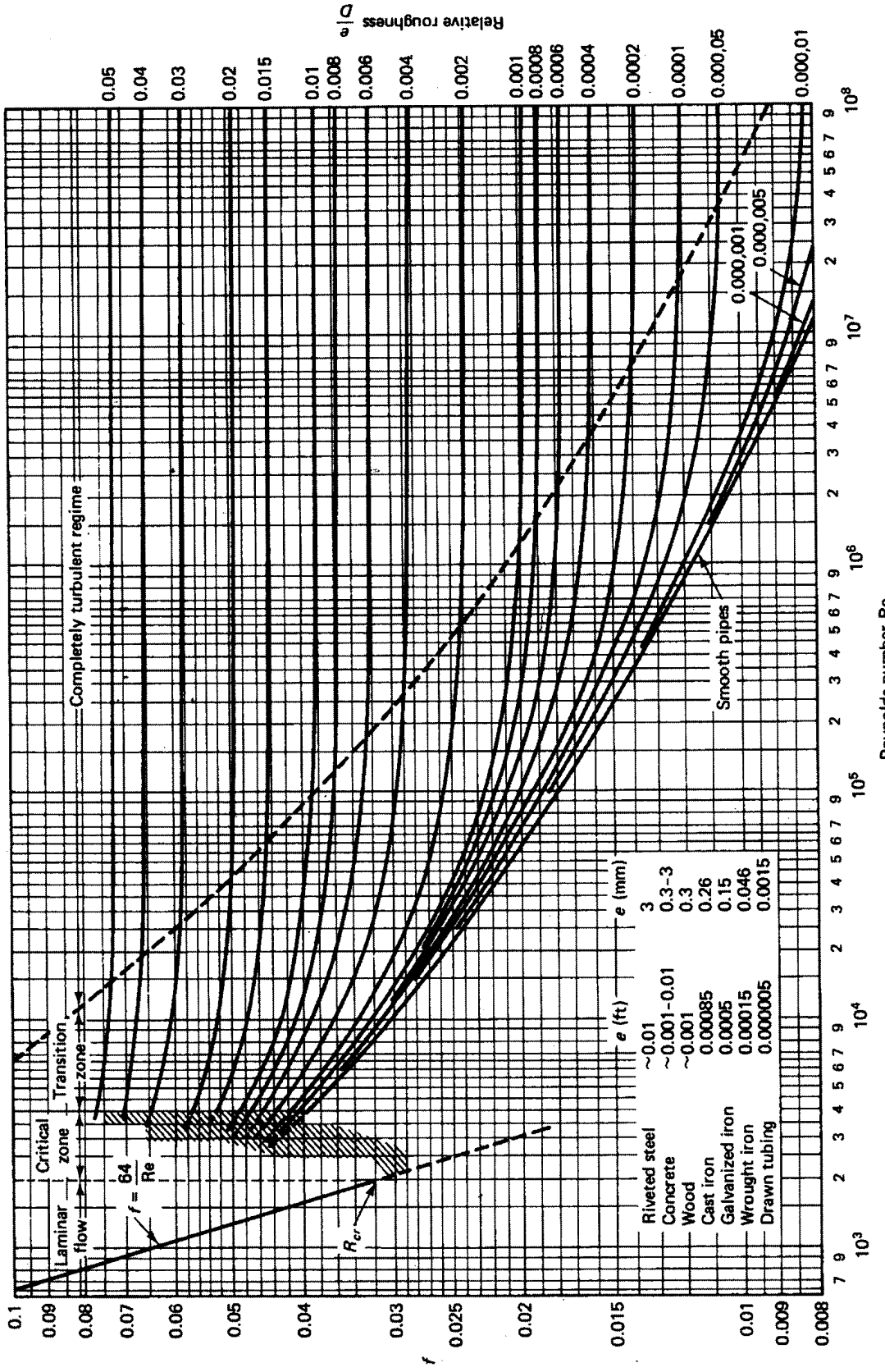


Figure 7.13 Moody diagram. (From L. F. Moody, *Trans. ASME*, Vol. 66, 1944.)

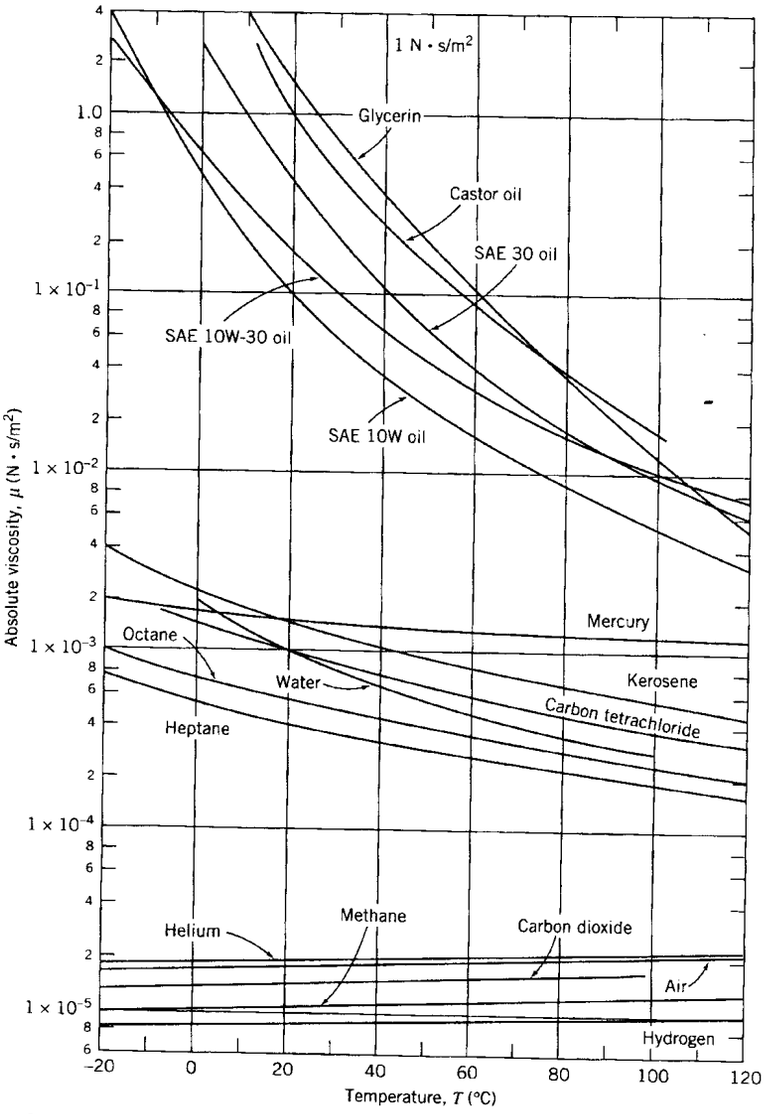
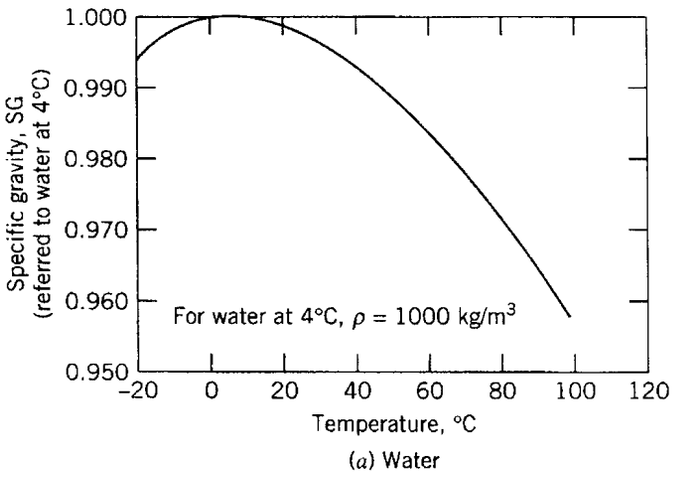


Fig. A.2 Dynamic (absolute) viscosity of common fluids as a function of temperature. (Data from [1, 6, and 10].)



(*a*) Water

TABLE 8.4 Representative Dimensionless Equivalent Lengths (L_e/D) for Valves and Fittings (Data from [11].)

Fitting Type	Equivalent Length,[a] L_e/D
Valves (fully open)	
Gate valve	8
Globe valve	340
Angle valve	150
Ball valve	3
Lift check valve: globe lift	600
angle lift	55
Foot valve with strainer: poppet disk	420
hinged disk	75
Standard elbow: 90°	30
45°	16
Return bend, close pattern	50
Standard tee: flow through run	20
flow through branch	60

[a]Based on $h_{l_m} = f(L_e/D)(\overline{V}^2/2)$.