มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำปีการศึกษา 2/2557
วันที่ 6 พฤษภาคม 2558 เวลา 09.00-12.00 น.
วิชา 215-241Mechanics of Fluid I ห้อง R201, A401, S817

คำสั่ง

ข้อสอบมี 4 ข้อ 8 หน้า ทำหมดทุกข้อ ในข้อสอบ
ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
อนุญาตใช้ดินสอ และ เครื่องคิดเลข

ผู้สอบ: ชื่อ-สกุล.....รหัสนศ.....ผู้สอน.....

ผู้ออกข้อสอบ และ คะแนน

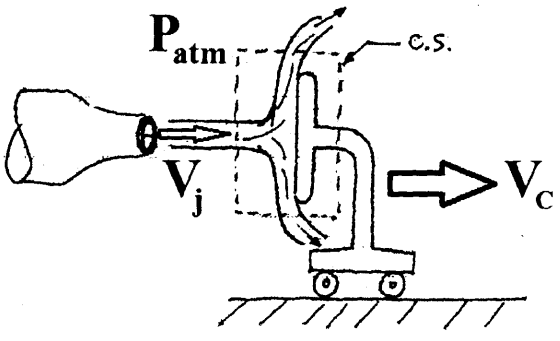
ข้อ	ผู้ออกข้อสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	รศ.ดร.สุธรรม นิยมวาส	20	.....
2	ดร.กิตตินันท์ มลิวรรณ	20	.....
3	รศ.ไพโรจน์ คีรีรัตน์	20	.....
4	ดร.กฤช สมนึก	20	.....
	รวม	80	.....

ข้อ 1 (20 คะแนน) ออกข้อสอบโดย รศ.ดร.สุธรรม นิยมวาส

น้ำไหลออกจากหัวพ่น ด้วยความเร็วคงที่ V_j เข้ากระทบในแนวตั้งฉากกับผิวเรียบของแท่น A ที่เคลื่อนที่ไปทางขวามือ ด้วยความเร็ว V_C ดังรูป

จงคำนวณหาแรงที่ต้องการใช้ในการรักษาความเร็วของแท่น A ให้สามารถคงความเร็วให้คงที่ ถ้าน้ำมีความหนาแน่น 1000 kg/m^3 ลำน้ำมีพื้นที่หน้าตัด 3 cm^2 และ V_j = 20 m/s, V_C = 15 m/s

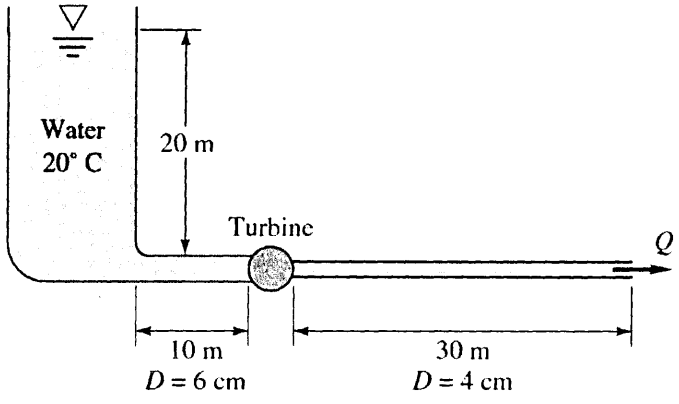
กำหนดให้ น้ำหนักของน้ำพ่น และ แท่น A ไม่ส่งผลต่อการคำนวณ และให้เป็นการไหลของน้ำเปรียบเทียบกับการเคลื่อนที่ของแท่น A เป็นแบบ Steady State และน้ำพ่นเมื่อกระทบกับแท่น A จะถูกแบ่งครึ่งเท่ากัน ไหลขึ้นและลง ดังรูป



ข้อ 2 (20 คะแนน) ออกโดย ดร.กิตตินันท์ มลิวรรณ

จากรูป กังหันน้ำ (turbine) ให้กำลัง 400 W **จงหา**อัตราการไหลเชิงปริมาตร Q เมื่อท่อทั้งสองทำด้วยเหล็กอ่อน (wrought iron)

กำหนดให้ ρ_{water}= 1000 kg/m^3 μ_{water}= 0.001 kg/m·s, e = 0.045 mm สำหรับ wrough iron



ข้อ 3. (20 คะแนน) ออกโดย รศ.ไพโรจน์ คีรีรัตน์

3.1 ในระบบการพ่นน้ำมันเป็นฝอย การแตกตัวของลำน้ำมันทำให้เกิดเป็นหยดเล็กของน้ำมัน ถ้าสมมติว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดน้ำมัน (d) เป็นฟังก์ชันกับ ความหนาแน่น (ρ) ความหนืด (μ) ความตึงผิว (σ) ความเร็วของเจ็ต (V) และเส้นผ่านศูนย์กลางของเจ็ต (D)

จงหากลุ่มไร้มิติ เมื่อ μ, V, D เป็นตัวแปรซ้ำ (10 คะแนน)

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 จากการวิเคราะห์มิติ ได้ความสัมพันธ์ของ Darcy friction factor (f) เป็นฟังก์ชันกับ Reynolds number (Re) และ Relative roughness (e/D) นั่นคือ f = g (Re, e/D)

เมื่อ $\mathrm{Re} = \frac{VD}{\nu} = \frac{\rho VD}{\mu}$, D = เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ, V = ความเร็วของการไหล, $\nu = \frac{\mu}{\rho}$ = kinematic viscosity

ถ้าการไหลของน้ำ(ความหนืด $\nu = 0.01$ m^2/s) ไหลในท่อ (D = 60 cm) ที่มีความขรุขระ e = 0.012 cm ด้วยความเร็งเฉลี่ย V = 1 m/s พบว่า มีเฮดลดลง 60 cm ในท่อยาว 100 m

ถ้าเปลี่ยนเป็นกลีเซอรีนผสมน้ำ (ความหนืด $\nu = 0.02$ m^2/s) ไหลในท่อ (D = 10 cm) ที่มีความขรุขระ 0.002 cm ความเร็วเฉลี่ย 4 m/s

จงตอบคำถามต่อไปนี้

(ก) อยากทราบว่า มีเงื่อนไขอะไรบ้าง ที่ทำให้การไหลทั้งสองคล้ายกัน หรือการไหลของน้ำคล้ายกับการไหลของกลีเซอรีนผสมน้ำ (5 คะแนน)

(ข) จงหาเฮดที่ลดลงต่อความยาวท่อ 100 m ในการไหลของกลีเซอรีนผสมน้ำ

จากสมการ $h_L = f\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g}$ (5 คะแนน)

ข้อ 4 (20 คะแนน) ออกโดย ดร.กฤช สมนึก

ระบบท่อ wrought iron (roughness, ε = 0.045 mm) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ลักษณะดังแสดงในรูป ท่อเชื่อมต่อระหว่างถังเก็บน้ำใบที่ 1 กับ ถังเก็บน้ำใบที่ 2 เพื่อส่งน้ำซึ่งมีอุณหภูมิ 35°C โดยระดับน้ำในถังทั้งสองแตกต่างกันเท่ากับ Δh

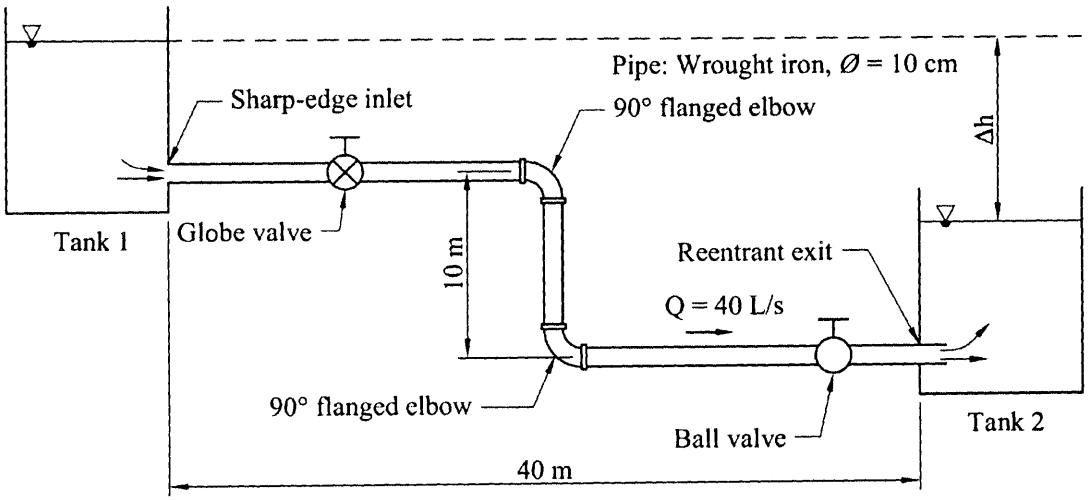
จงหา

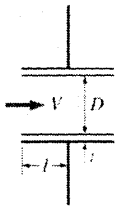
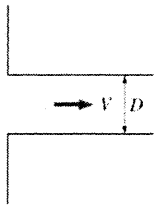
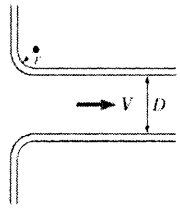
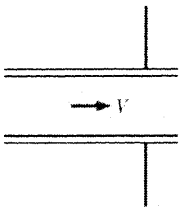
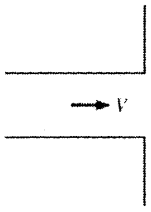
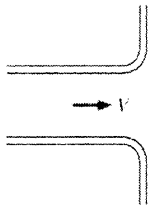
ก. ในกรณีที่น้ำจากถังใบที่ 1 ไหลไปถังใบที่ 2 ด้วยอัตราการไหล 40 ลิตร/วินาที จงหาผลต่างของระดับน้ำระหว่างถังทั้งสอง (Δh)

ข. ในกรณี Δh = 35 เมตร จงหาอัตราการไหลของน้ำจากถังใบที่ 1 ไปถังใบที่ 2

กำหนดให้ ทั้งระบบมีสภาพการไหลเป็นแบบ fully developed turbulent pipe flow

น้ำที่อุณหภูมิ 35°C; ρ = 994.0 kg/m^3, μ = 0.720x10^{-3} kg/m.s

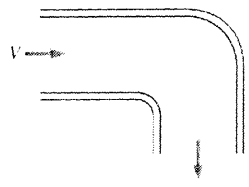
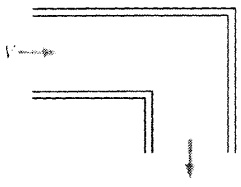
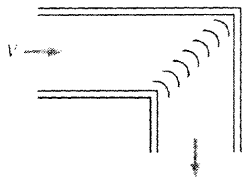
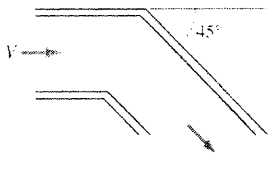
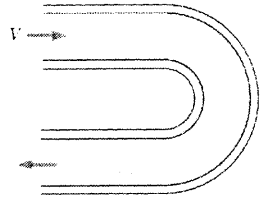
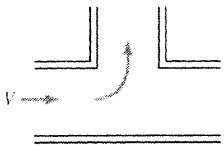
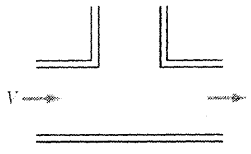
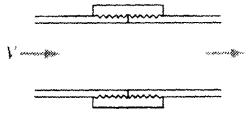


Pipe Inlet *Reentrant:* $K_L = 0.80$ ($t \ll D$ and $l \approx 0.1D$) 	*Sharp-edged:* $K_L = 0.50$ 	*Well-rounded* ($r/D > 0.2$): $K_L = 0.03$ *Slightly rounded* ($r/D = 0.1$): $K_L = 0.12$ (see Fig. 8–36) 
Pipe Exit *Reentrant:* $K_L = \alpha$ 	*Sharp-edged:* $K_L = \alpha$ 	*Rounded:* $K_L = \alpha$ 

Note: The kinetic energy correction factor is $\alpha = 2$ for fully developed laminar flow, and $\alpha = 1$ for fully developed turbulent flow.

The kinetic energy correction factor is $\alpha = 2$ for fully developed larminar flow, and

The kinetic energy correction factor is $\alpha = 1$ for fully developed turbulent flow.

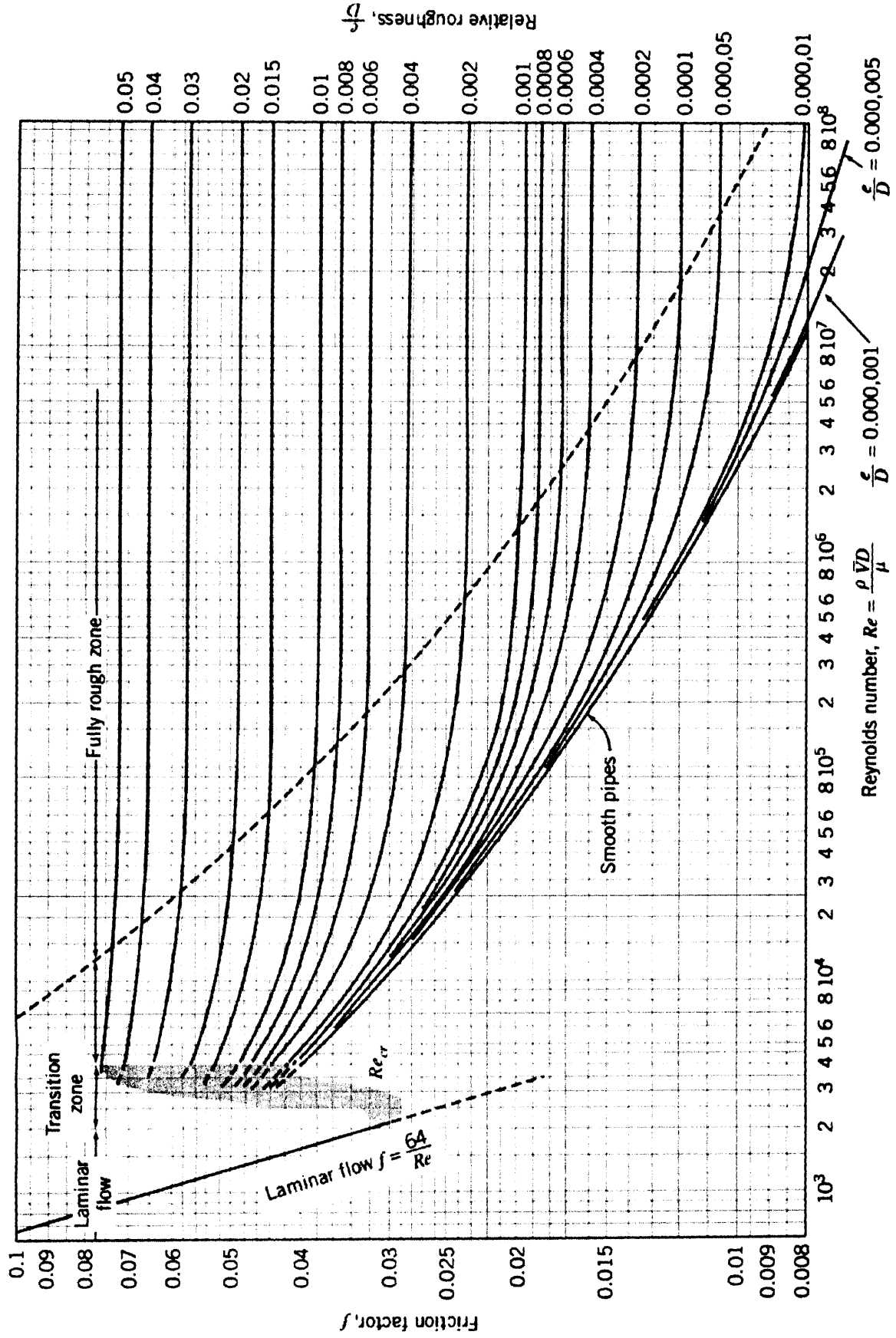
Bends and Branches *90° smooth bend:* Flanged: $K_L = 0.3$ Threaded: $K_L = 0.9$ 	*90° miter bend* (without vanes): $K_L = 1.1$ 	*90° miter bend* (with vanes): $K_L = 0.2$ 	*45° threaded elbow:* $K_L = 0.4$ 
180° return bend: Flanged: $K_L = 0.2$ Threaded: $K_L = 1.5$ 	*Tee* (branch flow): Flanged: $K_L = 1.0$ Threaded: $K_L = 2.0$ 	*Tee* (line flow): Flanged: $K_L = 0.2$ Threaded: $K_L = 0.9$ 	*Threaded union:* $K_L = 0.08$ 

Valves

Globe valve, fully open: $K_L = 10$
Angle valve, fully open: $K_L = 5$
Ball valve, fully open: $K_L = 0.05$
Swing check valve: $K_L = 2$

Gate valve, fully open: $K_L = 0.2$
$\frac{1}{4}$ closed: $K_L = 0.3$
$\frac{1}{2}$ closed: $K_L = 2.1$
$\frac{3}{4}$ closed: $K_L = 17$

These are representative values for loss coefficients. Actual values strongly depend on the design and manufacture of the components and may differ from the given values considerably (especially for valves). Actual manufacturer's data should be used in the final design.


Relative roughness, $\frac{\epsilon}{D}$
0.05
0.04
0.03
0.02
0.015
0.01
0.008
0.006
0.004
0.002
0.001
0.0008
0.0006
0.0004
0.0002
0.0001
0.000,05
0.000,01
Friction factor, f
0.1
0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.025
0.02
0.015
0.01
0.009
0.008
Transition zone
Laminar flow
Fully rough zone
Re_{cr}
Laminar flow $f = \frac{64}{Re}$
Smooth pipes
10^3 2 3 4 5 6 8 10^4 2 3 4 5 6 8 10^5 2 3 4 5 6 8 10^6 2 3 4 5 6 8 10^7 2 3 4 5 6 8 10^8
Reynolds number, $Re = \frac{\rho \bar{V} D}{\mu}$
$\frac{\epsilon}{D} = 0.000,001$
$\frac{\epsilon}{D} = 0.000,005$

Moody chart