มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2548

วันที่ 13 ตุลาคม 2548 เวลา 13.30-16.30 น.

วิชา 215-241 Mechanics of Fluids I ห้อง R200, R300

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 6 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
2. ให้ทำในตัวข้อสอบนี้ ให้เขียนคำตอบได้ทั้ง 2 หน้า
3. ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ

กำหนดให้

1. ความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1,000 kg/m^3
2. ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก $g = 9.81\ m/s^2$
3. ค่าความหนืดสัมบูรณ์ของน้ำ $\mu = 1.02 \times 10^{-3}$ Pa.s

อ.กำฤทธิ์ อุทารพันธุ์

อ.จันทกานต์ ทวีกุล

อ.พุทธิพงศ์ แสนสบาย

อ.ชยุตม์ นันทดุสิต

ผู้ออกข้อสอบ

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	20	
2	20	
3	20	
4	20	
5	20	
6	20	
คะแนนรวม	120	

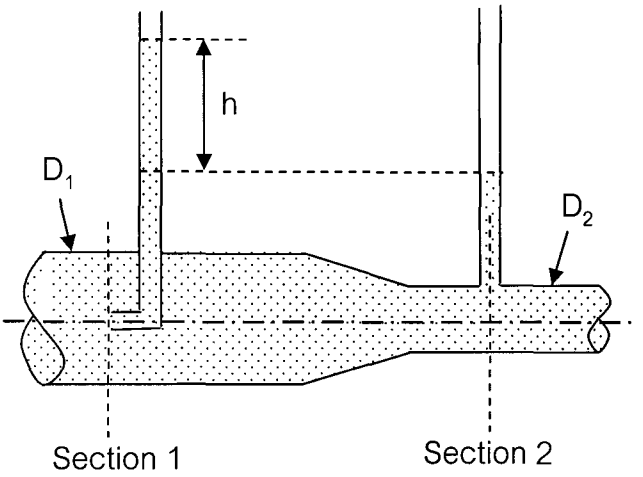
ชื่อ-สกุล.....

รหัส.....

สังกัดหลักสูตรวิศวกรรม.....

ตอน.....

ข้อที่ 1) น้ำไหลผ่าน Venturi meter ซึ่งมี stagnation และ static pressure tube ติดตั้งกับท่อที่หน้าตัด (1) และ (2) ตามลำดับดังรูป จงหาอัตราการไหลเชิงมวลของน้ำในท่อ ($\dot{m}$) ถ้าเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อตรงหน้าตัด (1) มีค่า D_1 = 100 mm, เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อตรงหน้าตัด (2) มีค่า D_2 = 50 mm, ผลต่างของระดับน้ำในหลอดเป็น h = 200 mm และให้น้ำมีคุณสมบัติเป็นของไหลอุดมคติ

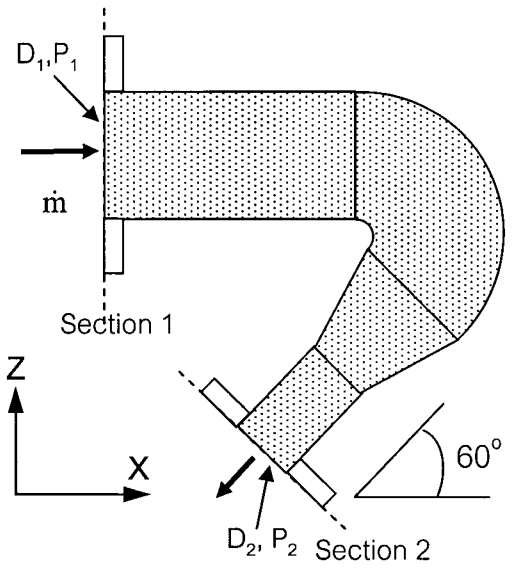


ข้อที่ 2) น้ำไหลแบบคงตัวผ่านท่องอที่มีการเปลี่ยนพื้นที่หน้าตัดดังรูป ถ้าที่หน้าตัด (1) มีความดันสัมบูรณ์ P_1 = 250 kPa (abs), เส้นผ่าศูนย์กลาง D_1= 150 mm, และที่หน้าตัด (2) มีเส้นผ่าศูนย์กลาง D_2 = 80 mm และอัตราการไหลของน้ำ($\dot{m}$) เท่ากับ 45 kg/s หากท่องอวางอยู่ในแนวราบ โดยมีน็อตยึดหน้าแปลน เพื่อตรึงท่องอเอาไว้ และน้ำมีคุณสมบัติเป็นของไหลอุดมคติ จงหา

2.1 ความดันสัมบูรณ์ P_2

2.2 แรงในแนว X สำหรับยึดท่อให้อยู่นิ่ง

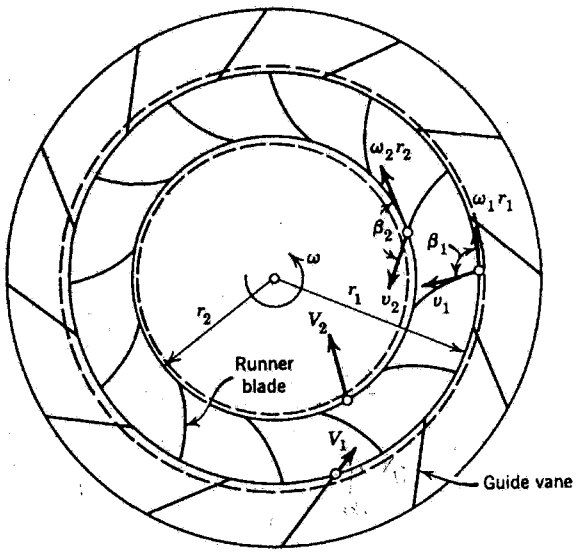
2.3 แรงในแนว Z สำหรับยึดท่อให้อยู่นิ่ง



ข้อที่ 3) Reaction turbine ตัวหนึ่ง มีรัศมี r_1 =2.0 m , r_2 = 1.0 m และความหนาของใบ b = 0.5 m เท่ากันตลอด มุมของใบพัดตรงทางเข้า (β_1) คือ 60° และมุมของใบพัดตรงทางออก (β_2) คือ 150° โดยมีอัตราการไหลของน้ำ 10 m^3/s หากมุมของ Guide vane (มุมของน้ำเข้าสู่ turbine) คือ 15° (ให้น้ำมีคุณสมบัติเป็นของไหลอุดมคติ)

จงคำนวณหา

1) ความเร็วรอบของ turbine, N (rpm)
2) Torque ที่กระทำต่อ runner
3) กำลังที่ได้จาก Turbine
4) ผลต่างความดันของน้ำเมื่อผ่าน runner



ข้อที่ 4) ความสัมพันธ์ของความดันที่สร้างโดยปั๊ม (ΔP) กับตัวแปรอิสระได้แก่ อัตราการไหลเชิงปริมาตร (Q), ความเร็วเชิงมุม (ω), เส้นผ่าศูนย์กลางของใบพัด (D), และ คุณสมบัติของของไหล เช่น ความหนาแน่น (ρ), และ ความหนืด (μ) เป็นดังนี้ $\Delta P = f(Q, \omega, D, \rho, \mu)$

ให้ใช้ dimensional analysis หาความสัมพันธ์ระหว่างความดันที่สร้างโดยปั๊ม กับตัวแปรอิสระต่างๆ ข้างต้น (ใช้มิติปฐมภูมิ MLT และใช้ ρ, ω, D เป็นตัวแปรซ้ำ)

การทดสอบกับปั๊มจำลอง (model) ที่ความเร็วรอบ 1500 rpm โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของปั๊มจำลอง 0.20 m ด้วยอัตราการไหล 0.03 m^3/s จะมีความดันที่สร้างโดยปั๊ม (ΔP_{model}) เป็น 100 kPa

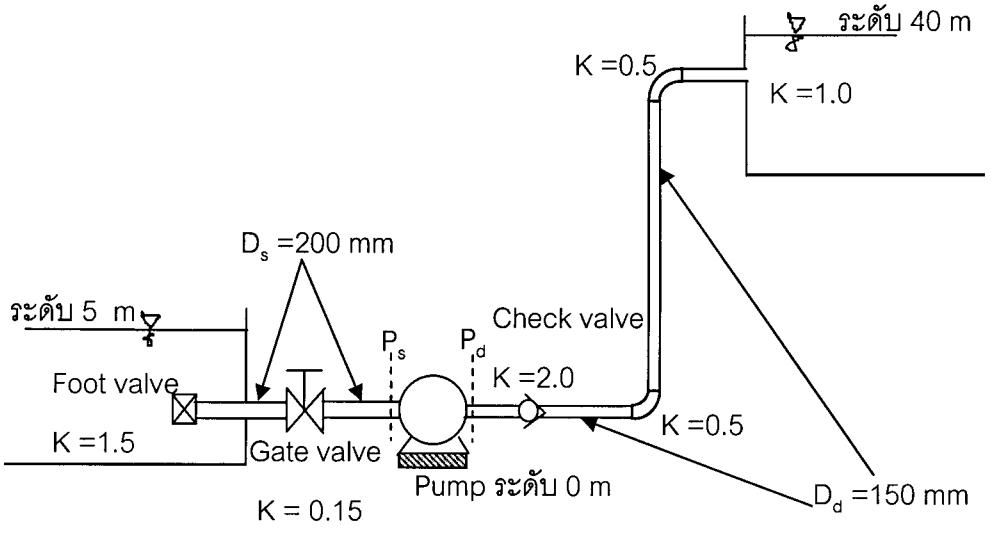
หากปั๊ม prototype ที่มีลักษณะเดียวกัน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของปั๊มเท่ากับ 0.3m ในความคล้ายคลึงกันของสมรรถนะระหว่าง prototype กับ model จงหาความดันที่สร้างโดยปั๊ม ($\Delta P_{prototype}$), ความเร็วรอบ และ อัตราการไหล ของปั๊ม prototype (เมื่อ ปั๊ม model และ prototype ทดสอบกับของไหลชนิดเดียวกัน)

ข้อที่ 5) น้ำถูกสูบจากถังพักซึ่งมีระดับน้ำสูงกว่าปั๊ม 5 m ด้วยอัตรา 0.06 m^3/s ขึ้นไปเก็บที่ถังน้ำบนดาดฟ้าของตึก ซึ่งสูงกว่าปั๊ม 40 m หากท่อในระบบเป็นท่อ PVC (smooth pipe) โดยท่อตรงช่วงทางดูดยาว 10 m และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง (D_s) 200 mm ส่วนด้านจ่ายท่อมีความยาวรวม 60 m และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง (D_d) 150 mm

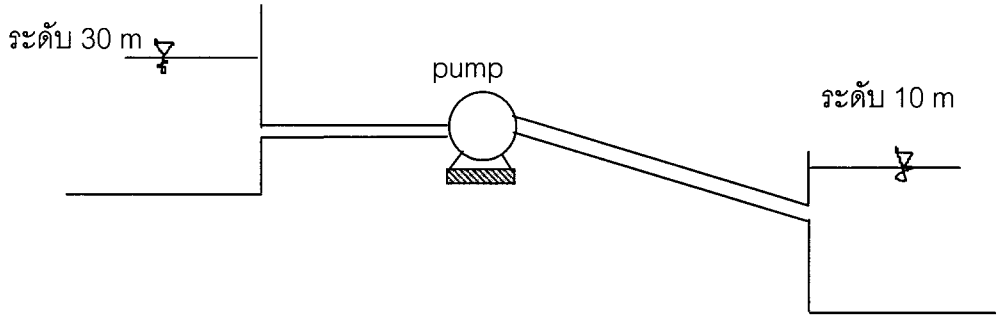
จงหา ก) ความดันสัมบูรณ์ด้านทางดูดของปั๊ม (P_s)

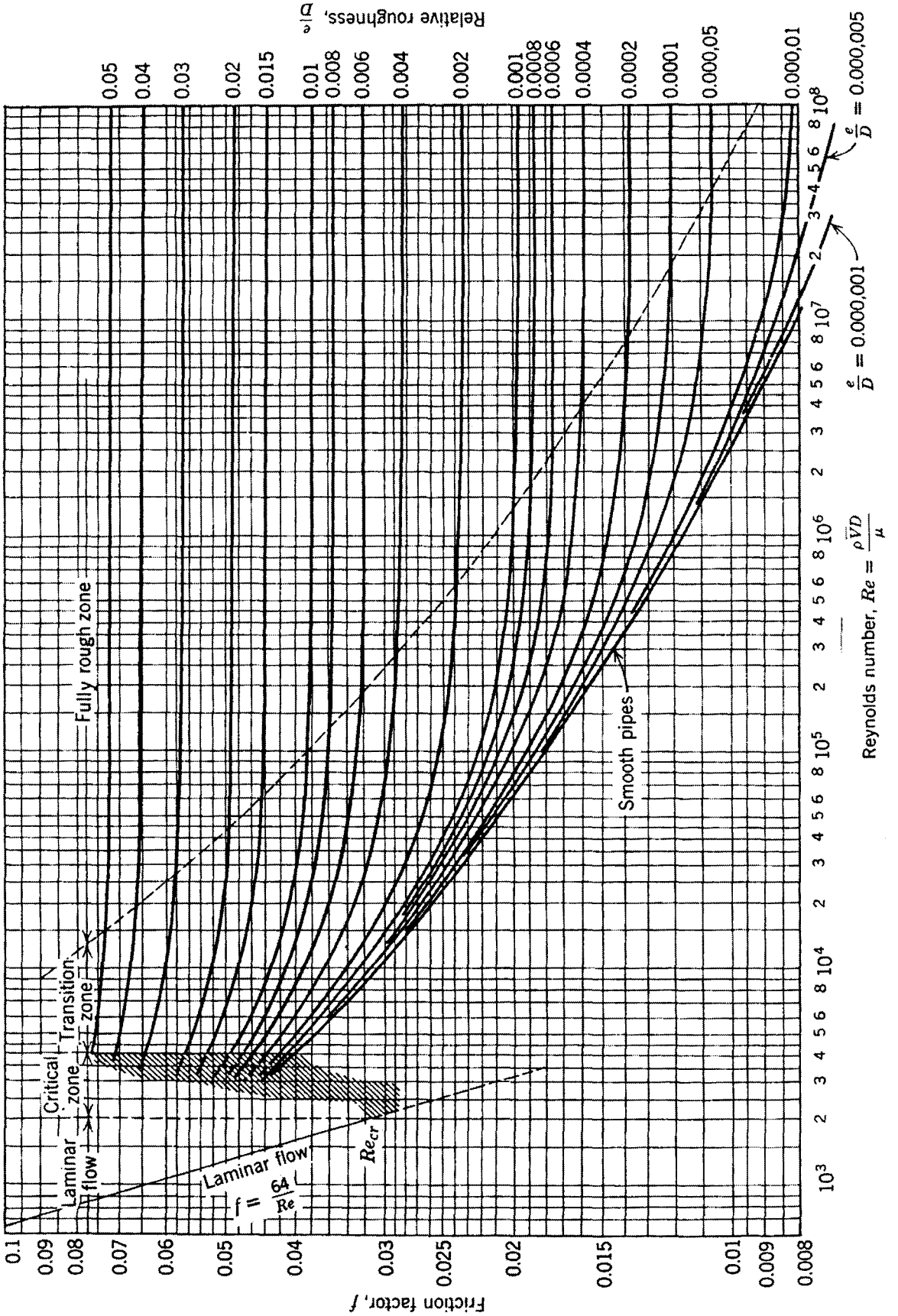
ข) ความดันสัมบูรณ์จ่ายของปั๊ม (P_d)

ค) กำลังที่ใช้ขับปั๊ม



ข้อ 6) ท่อส่งน้ำมัน (s.g. = 0.72, μ= 1.3x10^{-3} Pa.s) ระหว่างถังเก็บขนาดใหญ่สองแห่ง เป็นท่อเหล็ก (Galvanized Iron, e = 0.1 mm.) เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25 m โดยใช้ปั๊มขนาด 75 kW ซึ่งจะต้องเดินท่อยาว 1,500 m และมีความสูญเสียรองรวม K = 10.0 จงหาอัตราการไหลของน้ำมัน




Relative roughness, $\frac{\varepsilon}{D}$
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
$\frac{\varepsilon}{D}$ = 0.000,005
$\frac{\varepsilon}{D}$ = 0.000,001
Smooth pipes
Fully rough zone
Transition zone
Critical zone
Laminar flow
Laminar flow
$f = \frac{64}{Re}$
Re_{cr}
Friction factor, f
Reynolds number, $Re = \frac{\rho VD}{\mu}$
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
10^3
10^4
10^5
10^6
10^7
10^8

DIMENSIONS OF FLUID-MECHANICS PROPERTIES

Quantity	Symbol	Dimensions	
		$\{MLT\}$	$\{FLT\}$
Length	L	L	L
Area	A	L^2	L^2
Volume	$\forall$	L^3	L^3
Velocity	V	LT^{-1}	LT^{-1}
Speed of sound	a	LT^{-1}	LT^{-1}
Volume flow	Q	L^3T^{-1}	L^3T^{-1}
Mass flow	$\dot{m}$	MT^{-1}	FTL^{-1}
Pressure, stress	P, σ	$ML^{-1}T^{-2}$	FL^{-2}
Strain rate	ε	T^{-1}	T^{-1}
Angle	θ	None	None
Angular velocity	ω	T^{-1}	T^{-1}
Viscosity	μ	$ML^{-1}T^{-1}$	FTL^{-2}
Kinematic viscosity	ν	L^2T^{-1}	L^2T^{-1}
Surface tension	σ	MT^{-2}	FL^{-1}
Force	F	MLT^{-2}	F
Moment , Torque	M	ML^2T^{-2}	FL
Power	P	ML^2T^{-3}	FLT^{-1}
Work, energy	W, E	ML^2T^{-2}	FL
Density	ρ	ML^{-3}	$FL^{-4}T^2$