มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2547

วันที่ 2 มีนาคม 2548 เวลา 13.30-16.30 น.

วิชา 215-241 Mechanics of Fluids I ห้อง A301, A303

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 6 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
2. ให้ทำในตัวข้อสอบนี้ ให้ใช้การเขียนแบบ 2 หน้าได้
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.พุทธิพงศ์ แสนสบาย

ผู้ออกข้อสอบ

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

ชื่อ-สกุล.....

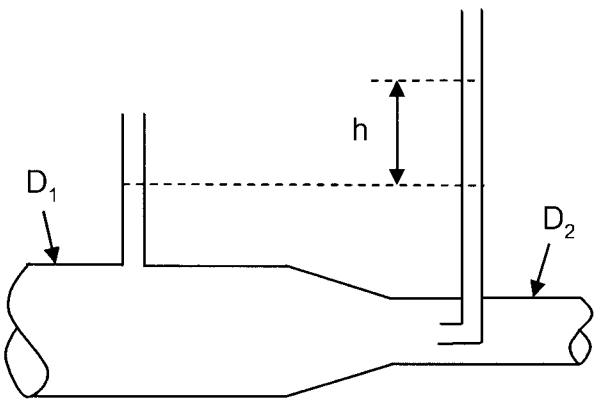
รหัส.....

สังกัดหลักสูตรวิศวกรรม.....

ตอน.....

ชื่อ-สกุล.....รหัสนักศึกษา.....ตอน 1

ข้อที่ 1) น้ำไหลผ่าน Venturi meter ซึ่งมี static และ stagnation 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

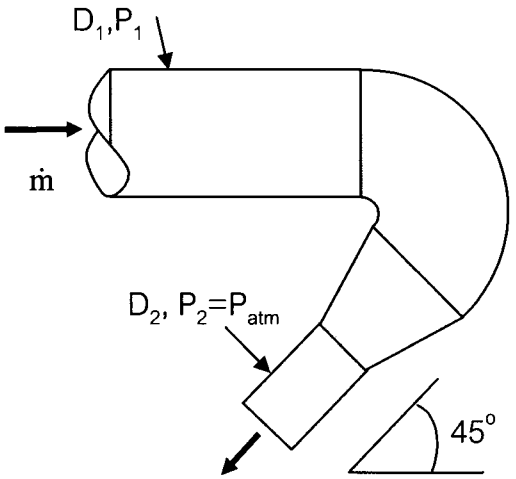


ข้อที่ 2) น้ำไหลแบบคงตัวผ่านท่องอที่มีการเปลี่ยนพื้นที่หน้าตัดดังรูป ถ้าที่หน้าตัด (1) มีความดันสัมบูรณ์ P_1 = 250 kPa (abs), เส้นผ่าศูนย์กลาง D_1= 150 mm, และที่หน้าตัด (2) มีเส้นผ่าศูนย์กลาง D_2 = 80 mm และมีความดันเท่ากับความดันบรรยากาศ ถ้าไม่คิดน้ำหนักของท่องอและน้ำในท่องอ ไม่คิดความแตกต่างของระดับ และให้น้ำมีคุณสมบัติเป็นของไหลอุดมคติ จงหา

2.1 อัตราการไหลของน้ำ ($\dot{m}$, kg/s)

2.2 แรงในแนวราบสำหรับยึดท่อให้อยู่นิ่ง

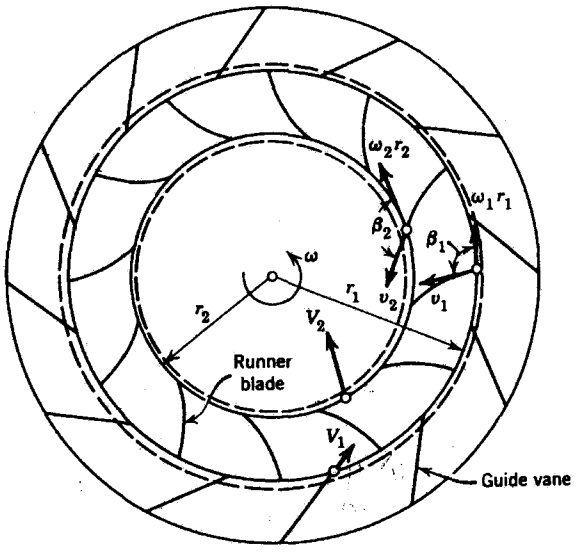
2.3 แรงในแนวดิ่งสำหรับยึดท่อให้อยู่นิ่ง



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° อัตราการไหลของน้ำ 30 m^3/s และตัว runner หมุนด้วยความเร็ว 90 rpm โดยให้น้ำมีคุณสมบัติเป็นของไหลอุดมคติ และความเร็วสัมบูรณ์ของน้ำที่ทางออกอยู่ในแนวรัศมีเพียงอย่างเดียว

จงคำนวณหา

1) มุมที่ความเร็วสัมบูรณ์เข้าสู่ runner (α_1) และมุมของใบพัดตรงทางออก (β_2)
2) Torque ที่กระทำต่อ runner
3) กำลังที่ได้จาก Turbine
4) ผลต่างความดันของน้ำเมื่อผ่าน runner

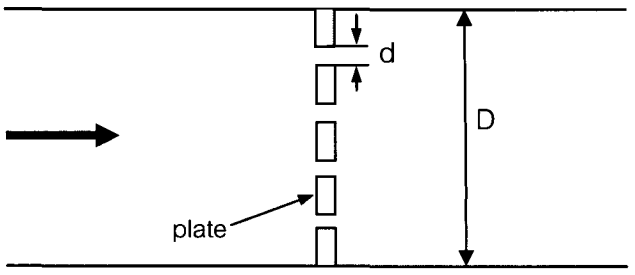


ข้อที่ 4) แผ่นกรองสิ่งเจือปนในน้ำ สำหรับติดตั้งในท่อดังแสดงในรูป จะเป็นแผ่นโลหะบาง และเจาะรูไว้จำนวนหนึ่ง ซึ่งแผ่นกรองทำให้เกิดความดันตกเมื่อน้ำไหลผ่าน เพื่อศึกษาความดันตกของการไหลผ่านแผ่นกรอง จึงได้ทำการทดลองกับแบบจำลองซึ่งมีลักษณะทางกายภาพเหมือนกับต้นแบบ โดยมีข้อมูลต่างๆดังนี้

ตัวแปร	ต้นแบบ	แบบจำลอง
d = เส้นผ่าศูนย์กลางรูเจาะ	1.0 mm	?
D = เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ	50 mm	10 mm
μ = viscosity	1.02 x10^{-3} Pa.s	1.02 x10^{-3} Pa.s
ρ= ความหนาแน่น	1,000 kg/m^3	1,000 kg/m^3
V = ความเร็ว	2 m/s	?

ถ้าหากความดันตก, ΔP, เป็นความสัมพันธ์กับตัวแปรข้างต้น ให้ใช้ dimensional analysis หากลุ่มตัวแปรไร้มิติของปัญหานี้ (ใช้มิติปฐมภูมิ MLT และใช้ ρ, V, D เป็นตัวแปรซ้ำ)

จงหาค่าของตัวแปรสำหรับแบบจำลองที่แสดงในตารางด้วยเครื่องหมายคำถาม และจงหาอัตราส่วนของความดันตก ($\Delta P_m/\Delta P_p$)

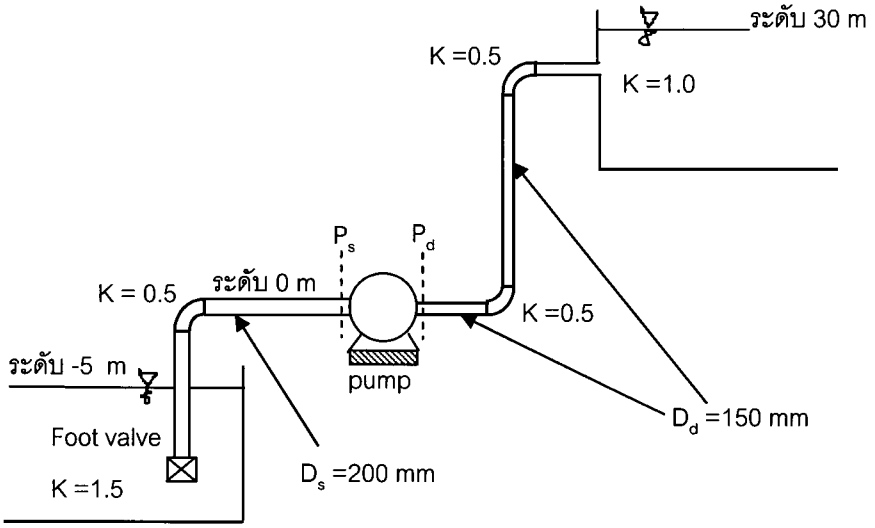


ข้อที่ 5) น้ำถูกสูบจากถังพักใต้ดินซึ่งมีระดับน้ำต่ำกว่าปั๊ม 5 m ด้วยอัตรา 0.06 m^3/s ขึ้นไปเก็บที่ถังน้ำบนดาดฟ้าของตึก ซึ่งสูงกว่าปั๊ม 30 m หากท่อในระบบเป็นท่อ PVC (smooth pipe) โดยท่อตรงช่วงทางดูดยาว 10 m และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง (D_s) 200 mm ส่วนด้านจ่ายท่อมีความยาวรวม 50 m และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง (D_d) 150 mm หากปั๊มมีประสิทธิภาพเชิงกล 75%

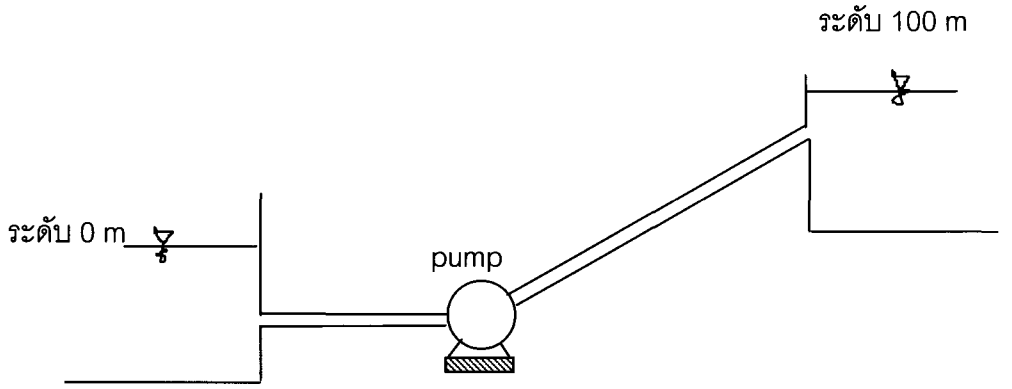
จงหา ก) ความดันด้านทางดูดของปั๊ม (P_s)

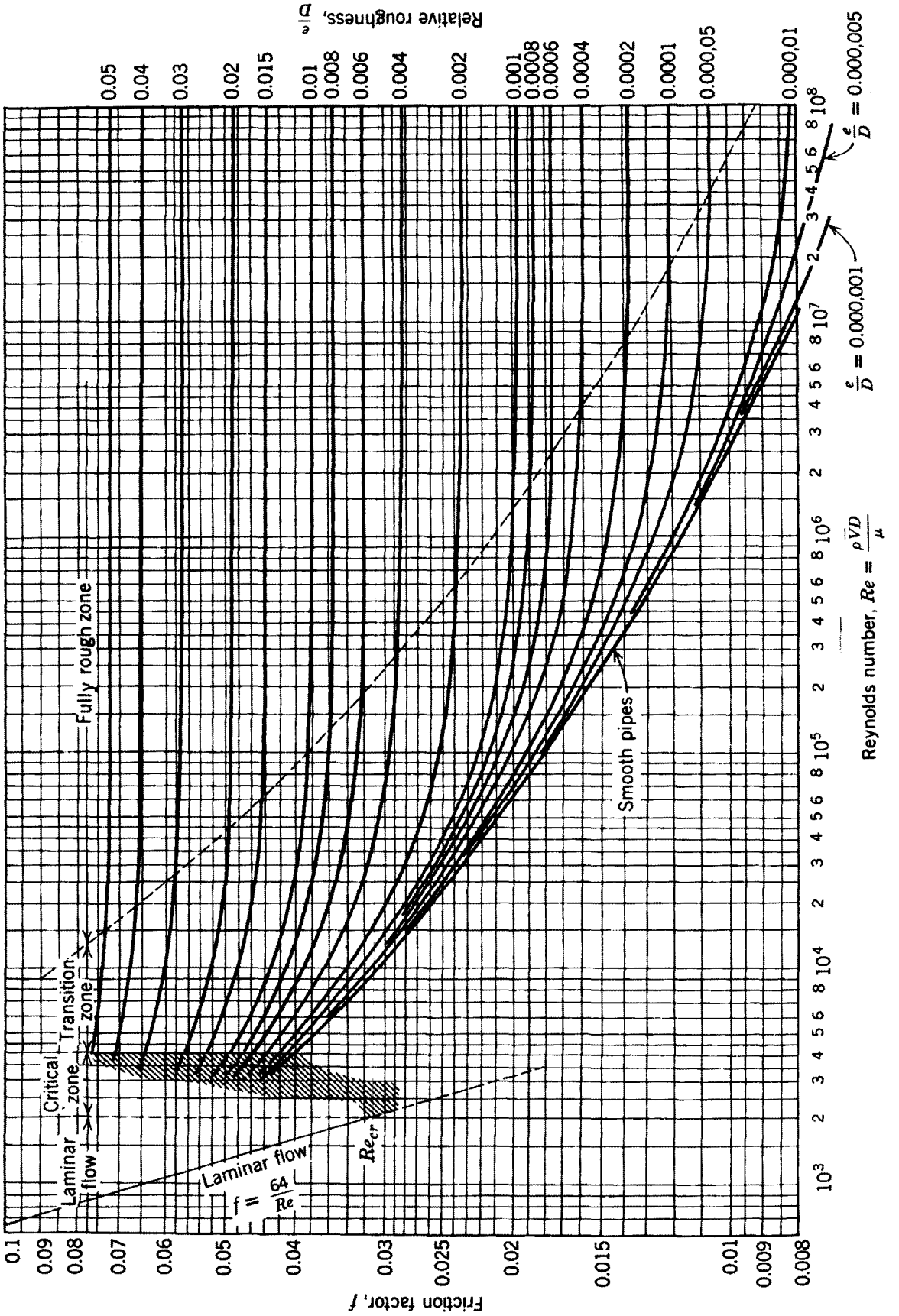
ข) ความดันจ่ายของปั๊ม (P_d)

ค) กำลังที่ใช้ขับปั๊ม



ข้อ 6) ท่อส่งน้ำมันดิบระหว่างถังเก็บขนาดใหญ่สองแห่ง (crude oil, s.g. = 0.86, μ= 6.0x10^{-3} Pa.s) เป็นท่อเหล็ก (Galvanized Iron, e = 0.1 mm.) เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0 m โดยใช้ปั้มขนาด 300 kW และปั๊มมีประสิทธิภาพเชิงกล 85% ซึ่งต้องเดินท่อยาว 1,500 m และมีความสูญเสียรองรวม K = 10.0 จงหาอัตราการไหลของน้ำมันดิบ




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
$\frac{\epsilon}{D}$ = 0.000,005
$\frac{\epsilon}{D}$ = 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}	$FL^{-4}T^2$