มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2547

วันที่ 10 ตุลาคม 2547 เวลา 13.30-16.30 น.

วิชา 215-241 Mechanics of Fluids I ห้อง R 200 , R 300

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. ค่าความหนืดสมบูรณ์ของน้ำ $\mu = 1.02 \times 10^{-3}$ Pa.s

อ.กำฤทธิ์ อุทารพันธุ์

อ.จันทกานต์ ทวีกุล

อ.พุทธิพงศ์ แสนสบาย

อ.ชยุตม์ นันทดุสิต

ผู้ออกข้อสอบ

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1		
2		
3		
4		
5		
6		
คะแนนรวม		

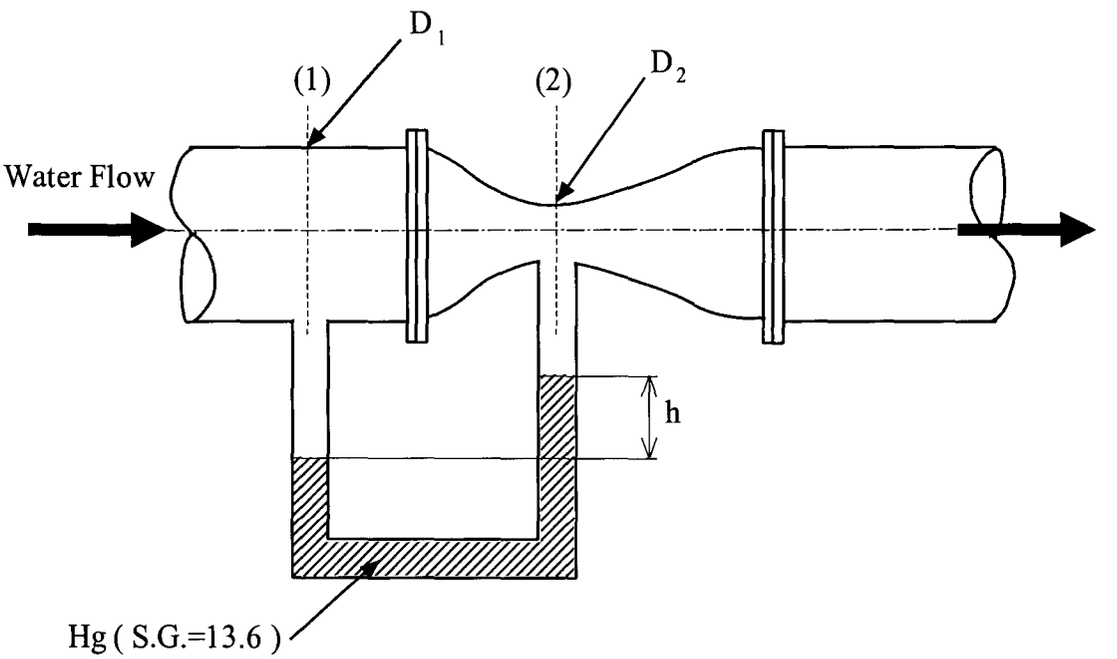
ชื่อ-สกุล.....

รหัส.....

สังกัดหลักสูตรวิศวกรรม.....

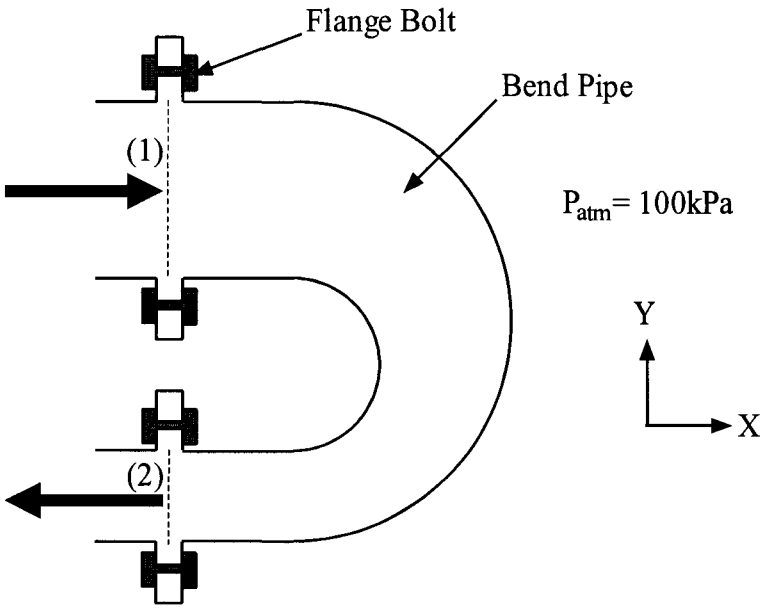
ตอน.....

ข้อที่ 1) รูปข้างล่างแสดงการใช้ Venturi meter สำหรับวัดอัตราการไหลของน้ำในท่อ โดยที่หน้าตัดที่(1) และ (2) ต่อเข้ากับมาโนมิเตอร์รูปตัว U เพื่อวัดผลต่างความดัน จงหาอัตราการไหลของน้ำในท่อ Q ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางของหน้าตัดที่ (1) D_1=300mm, เส้นผ่านศูนย์กลางของหน้าตัดที่ (2) D_2=100mm, ผลต่างของความสูงปรอทในมาโนมิเตอร์ h=200 mm

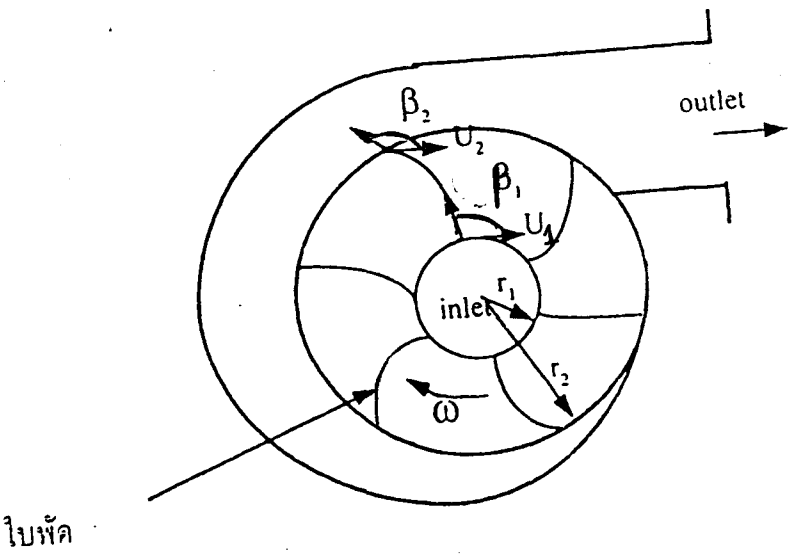


ข้อที่ 2) น้ำไหลแบบคงตัวผ่านนท่องอที่มีการเปลี่ยนพื้นที่หน้าตัดดังรูป ถ้าที่หน้าตัดที่ (1) มีความดันสัมบูรณ์ P_1 = 350 kPa (abs), เส้นผ่านศูนย์กลาง D_1= 25 cm, ความเร็วเฉลี่ย V_1 = 2.2 m/s, และที่หน้าตัดที่ (2) มีเส้นผ่านศูนย์กลาง D_2 = 8 cm ถ้าไม่คิดน้ำหนักของท่องอและน้ำในท่องอ และท่อวางอยู่ในแนวราบ จงหาแรงทั้งหมดที่ทำต่อ น็อตที่ยึดหน้าแปลน เพื่อยึดท่องอเอาไว้

(ให้ความดันบรรยากาศ P_{atm} = 100 kPa)



ข้อที่ 3) ปั๊มแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ (centrifugal pump) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.3 m เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 1.0 m ความกว้างใบพัด 0.2 m จ่ายน้ำด้วยอัตรา 2.0 m^3/s มุมใบพัด $\beta_1 = 120^\circ$, $\beta_2 = 150^\circ$ (อ้างอิงจากในรูป) ถ้าไม่มีความเร็วในแนวสัมผัสที่ทางเข้าปั๊ม และไม่คิดแรงเสียดทาน จงคำนวณหาความเร็วรอบของปั๊ม (rpm), ทอร์ก, ให้หากำลังที่ใช้ในการขับปั๊ม และพลังงานต่อมวลของน้ำ



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

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

การทดสอบกับปั๊มจำลอง (model) ที่ความเร็วรอบ 500 rpm โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปั๊มจำลอง 0.20 m ด้วยอัตราการไหล 0.05 m^3/s จะต้องใช้กำลังขับปั๊มจำลอง 1.5 kW(P_{model})

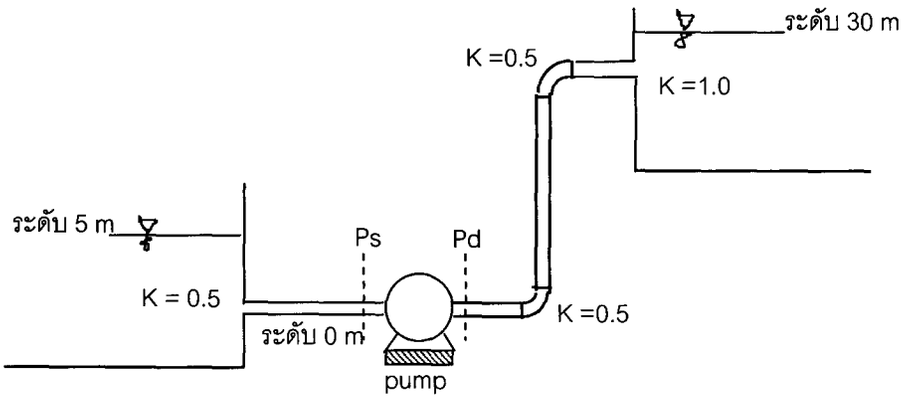
หากปั๊ม prototype ที่มีลักษณะเดียวกัน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปั๊มเท่ากับ 0.5 m ในความคล้ายคลึงกันของสมรรถนะระหว่าง prototype กับ model จงหากำลังที่ใช้ในการขับปั๊ม, ความเร็วรอบ และ อัตราการไหล ของปั๊ม prototype (เมื่อ ปั๊ม model และ prototype ทดสอบกับของไหลชนิดเดียวกัน)

ข้อที่ 5) น้ำถูกสูบจากถังพักซึ่งมีระดับน้ำสูงกว่าปั๊ม 5 m ด้วยอัตรา 0.06 m^3/s ขึ้นไปเก็บที่ถังน้ำบนดาดฟ้าของตึก ซึ่งสูงกว่าปั๊ม 30 m หากท่อในระบบเป็นท่อ PVC (smooth pipe) เส้นผ่านศูนย์กลาง 150 mm โดยท่อตรงช่วงทางดูดยาว 5 m ส่วนด้านจ่ายท่อมีความยาวรวม 50 m

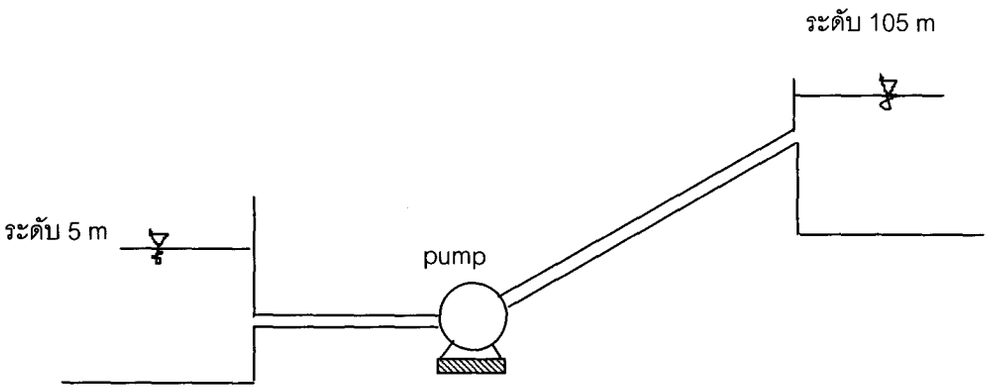
จงหา ก) ความดันด้านทางดูดของปั๊ม (Suction pressure, Ps)

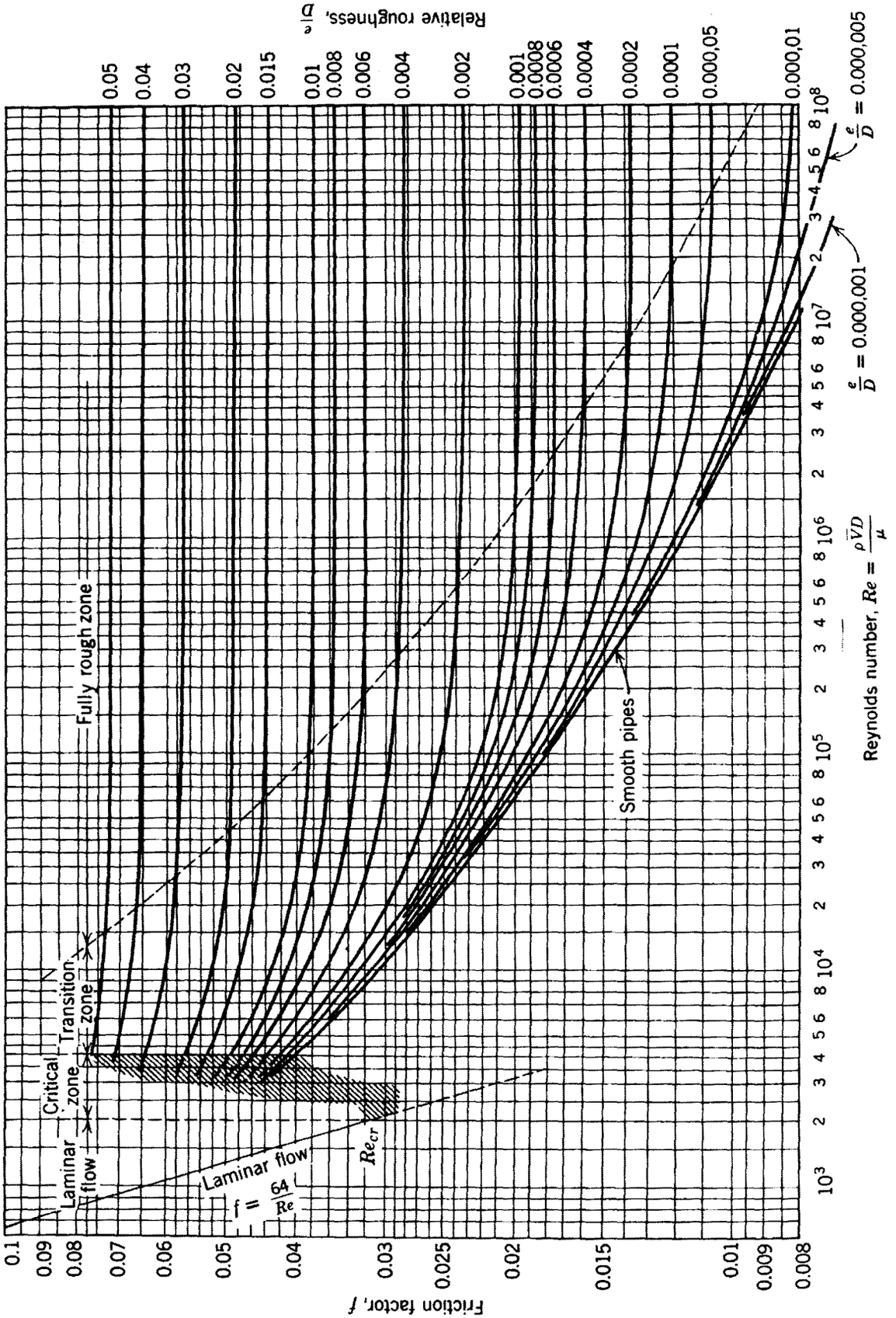
ข) ความดันจ่ายของปั๊ม (Discharge pressure, Pd)

ค) กำลังที่ใช้ขับปั๊ม



ข้อ 6) ท่อส่งน้ำมันดิบระหว่างถังเก็บขนาดใหญ่สองแห่ง (crude oil, s.g. = 0.86, μ= 6.0x10^{-3} Pa.s) เป็นท่อเหล็ก (Galvanized Iron, e = 0.15 mm.) เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.75 m โดยใช้ปั๊มที่มีขนาดกำลัง 741 kW โดยต้องเดินท่อยาว 1500 m และมีความสูญเสียรองรวม $\sum$K = 10.0 จงหาอัตราการไหลของน้ำมันดิบ




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, $Re = \frac{\rho V D}{\mu}$
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}	$FL^{-4}T^2$