ชื่อ..... รหัส..... ผู้สอน.....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำปีการศึกษา 2/2556
วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2557 เวลา 9.00 -12.00 น.
วิชา 215-241 216-241 Mechanics of Fluids I ห้อง A401 R200 S201

คำสั่ง

ข้อสอบมีทั้งหมด 4 ข้อ 14 หน้ารวมปก
ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
อนุญาตใช้ดินสอได้
อนุญาตใช้เครื่องคิดเลขทุกชนิด
กำหนดให้ γ_{H2O} = 9.81 kN/m^3 และ g = 9.81 m/s^2

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	25	
2	25	
3	25	
4	25	
รวม	100	

ชื่อ-สกุล.....

รหัส.....

อาจารย์ผู้สอน.....

อ. กิตตินันท์ มลิวรรณ

รศ. ไพโรจน์ คีรีรัตน์

รศ.ดร. สุธรรม นิยมวาส

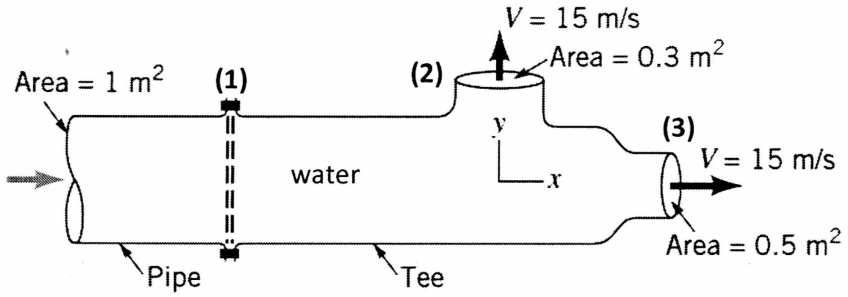
อ. ภาสกร เวสสะโกศล

ผู้ออกข้อสอบ

ชื่อ..... รหัส..... ผู้สอน.....

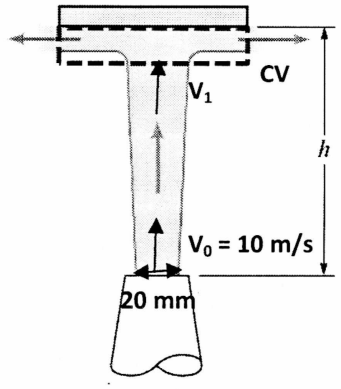
ข้อ 1 Linear Momentum (25 คะแนน)

1.1 (15 คะแนน) ถ้าไม่คิดผลของแรงโน้มถ่วงโลกและความหนืด จงหาแรงที่ใช้ยึดข้อต่อท่อน้ำรูปตัวที



ชื่อ..... รหัส..... ผู้สอน.....

1.2 (10 คะแนน) จงหาระยะที่แผ่นเรียบลอยเหนือหัวฉีด (h) เมื่อลำน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 mm พุ่งออกจากหัวฉีดในแนวดิ่งด้วยความเร็ว 10 m/s และแผ่นเรียบมีน้ำหนัก 1.5 kg



ชื่อ..... รหัส..... ผู้สอน.....

ข้อ 2 Angular momentum (25 คะแนน)

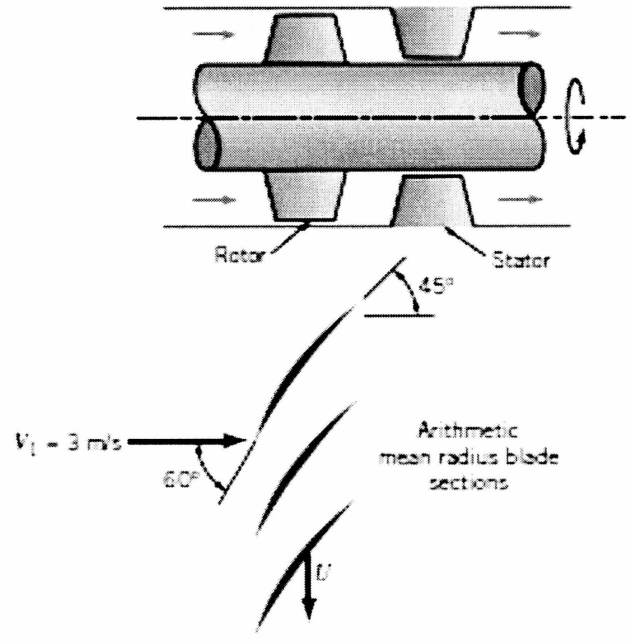
2.1 (5 คะแนน) สมการโมเมนตัมเชิงมุม (angular momentum) สำหรับปริมาตรควบคุม คือ

$$\sum \vec{M} = \frac{d}{dt}\int_{CV} \vec{r} \times \vec{V}\ \rho dV + \int_{CS} \vec{r} \times \vec{V}\ \rho(\vec{V} \cdot \vec{n}) dA$$

(ก) อยากทราบว่า แต่ละเทอมของสมการนี้หมายถึงอะไร

(ข) เราจะต้องสมมติอะไรบ้าง จึงลดรูปสมการนี้เพื่อให้คำนวณแรงบิดของใบพัดปั๊ม/กังหันได้

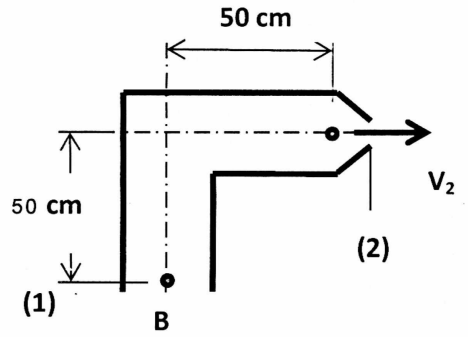
(ค) ปั๊มชนิดไหลตามแนวแกน ของเหลวไหลเข้าใบพัดหมุน (rotor) ด้วยความเร็วสมบูรณ์ 3 m/s ดังในรูป จงเสก็ตสามเหลี่ยมของความเร็ว ที่ทางเข้าใบพัด และแสดงองค์ประกอบความเร็วในทิศสัมผัส V_{t1} ที่ทางเข้าใบพัด



ชื่อ..... รหัส..... ผู้สอน.....

2.2 (10 คะแนน) น้ำไหลที่อัตรา 0.3 m^3/s ไหลผ่านข้องอที่มีหัวฉีด (D1 = 30 cm, D_2 = 15 cm) ดังในรูป

(ก) จงคำนวนหาแรงบิดที่จุด B ซึ่งเป็นแรงที่ทำให้ข้องออยู่นิ่งได้
(ข) ถ้าหัวฉีดอยู่บนรถซึ่งกำลังเคลื่อนที่ไปทางซ้ายมือด้วยความเร็ว 10 m/s จงหา V_{t2}



ชื่อ..... รหัส..... ผู้สอน.....

2.3 (10 คะแนน) กังหันชนิดไหลในแนวรัศมี (Radial – flow turbine) มี r_1 = 15 cm r_2 = 40 cm b_1 = 5 cm, b_2 = 3 cm น้ำไหลเข้าใบพัดที่ความเร็วในแนวรัศมี V_{r2} = 12 m/s ความเร็วในทิศสัมผัส V_{t1} = 5 m/s และ V_{t2} = 30 m/s ที่ความเร็วรอบใบพัดเท่ากับ 1200 rpm จงหา (ก) อัตราการไหล (ข) กำลังของกังหันนี้ (kW) (ค) เฮดของกังหัน (h_T) และ (ง) ผลต่างของความดัน P_2-P_1

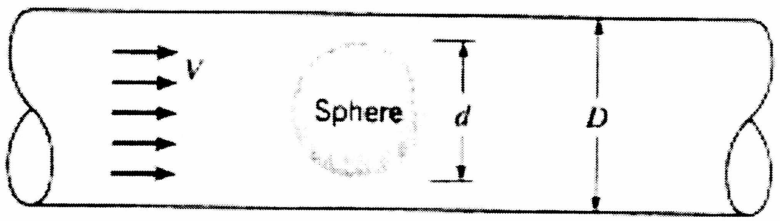
ชื่อ..... รหัส..... ผู้สอน.....

ข้อ 3 Dimensional Analysis and Modeling (25 คะแนน)

ในการทดลองหาค่าแรงฉุด F_D ของ ทรงกลมที่ถูกวางอยู่ภายในท่อที่มีของไหลไหลผ่านดังรูป ถ้าให้ค่าแรงฉุดเป็นฟังก์ชันของ เส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลม (d) เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ (D) ความเร็วของของไหล (V) และความหนาแน่นของของไหล (ρ)

(ก) กลุ่มตัวแปรไร้มิติที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาทดลองนี้คืออะไร

(ข) ในการทดลองหนึ่ง ของไหลคือน้ำ และมีค่าต่างๆ ดังนี้ d = 0.2 in., D = 0.5 in. และ V = 2 ft/s ค่าแรงฉุด คือ 1.5×10^{-3} lb จงประมาณค่า ค่าแรงฉุด บนทรงกลมที่ถูกวางไว้ในท่อขนาด D = 2 ft. ซึ่งมีน้ำไหลผ่านด้วยความเร็ว 6 ft/s โดยที่ขนาดของทรงกลมมีค่าสอดคล้องกันตามความคล้ายคลึงทางเรขาคณิต (geometric similarity)



ชื่อ..... รหัส..... ผู้สอน.....

DIMENSIONS OF FLUID-MECHANICS PROPERTIES

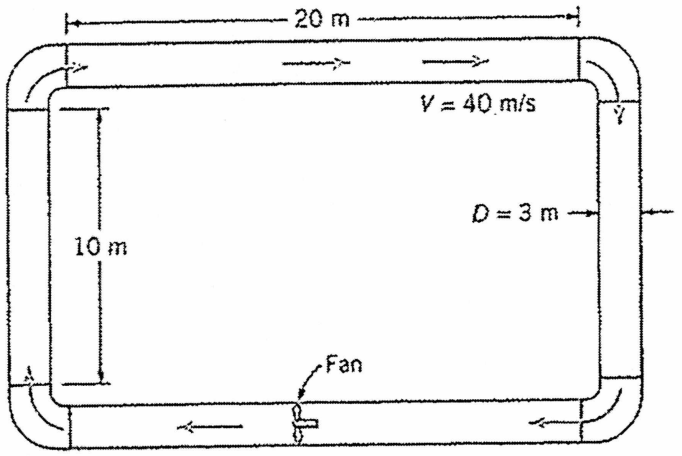
Quantity	Symbol	Dimensions	
		{MLT}	{FLT}
Length	L	L	L
Area	A	L^2	L^2
Volume	$\forall$	L^3	L^3
Velocity	V	LT^{-1}	LT^{-1}
Speed of sound	a	LT^{-1}	LT^{-1}
Volume flow	Q	L^3T^{-1}	L^3T^{-1}
Mass flow	$\dot{m}$	MT^{-1}	FTL^{-1}
Pressure, stress	P, σ	$ML^{-1}T^{-2}$	FL^{-2}
Strain rate	ε	T^{-1}	T^{-1}
Angle	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}	$FL^{-4}T^2$

ชื่อ..... รหัส..... ผู้สอน.....

ข้อ 4 Flow in Pipes (25 คะแนน)

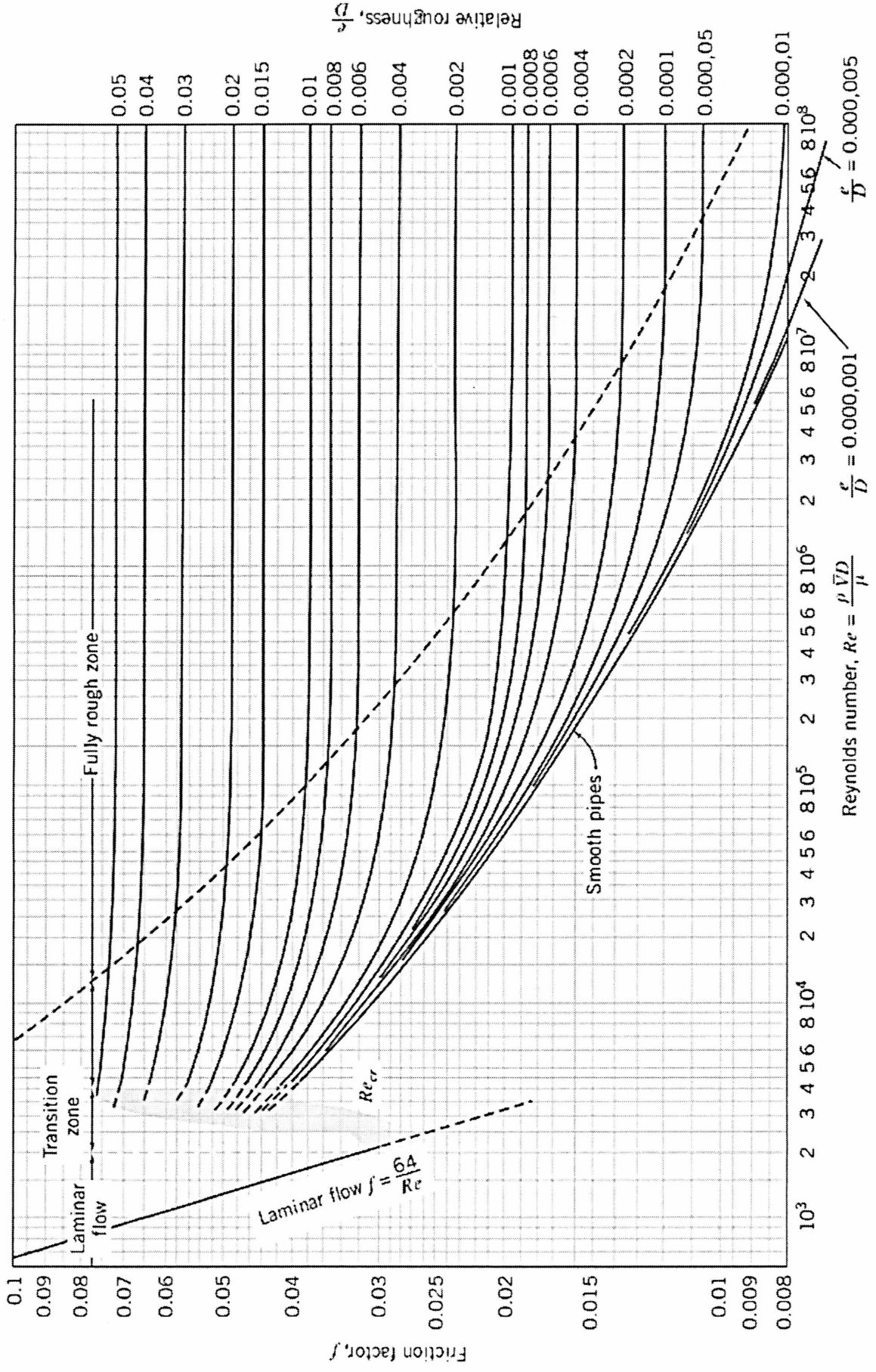
4.1 (10 คะแนน) พัดลมถูกติดตั้งในระบบดังรูป P4-1 เพื่อทำให้อากาศมีความเร็วเฉลี่ยเท่ากับ 40 m/s ตลอดทั้งวงรอบของท่อ กำหนดให้ท่อมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เมตร เป็นท่อผิวเรียบ ที่มุมทั้งสี่ของระบบติดตั้งข้องอ 90 องศา ซึ่งมี loss coefficient (K) เท่ากับ 0.3 จงหากำลังงานที่ต้องให้แก่พัดลม (ความหนาแน่นของอากาศคือ 1.23 kg/m^3, ความหนืดของอากาศคือ 1.79×10^{-5} $N.s/m^2$)

<u>Hint: จุดต้นทางและจุดปลายทางของการไหลในท่อเป็นจุดใดจุดหนึ่งก็ได้ในท่อ ซึ่งเป็นจุดเดียวกัน</u>



รูป P4-1

ชื่อ..... รหัส..... ผู้สอน.....


Friction factor, f
Reynolds number, $Re = \frac{\rho \bar{V} D}{\mu}$
Relative roughness, $\frac{\epsilon}{D}$
Laminar flow
Transition zone
Fully rough zone
Smooth pipes
Laminar flow $f = \frac{64}{Re}$
Re_{cr}
$\frac{\epsilon}{D} = 0.000,005$
$\frac{\epsilon}{D} = 0.000,001$
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 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 $8\,10^8$
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

4.2 (15 คะแนน) น้ำมันไหลผ่านท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 cm และยาว 100 m มีเฮดสูญเสีย (head loss) เท่ากับ 8 เมตร ความขรุขระสัมพัทธ์ของท่อ ε/d คือ 0.0002 จงคำนวณหาความเร็วเฉลี่ยของน้ำมันและอัตราการไหลของน้ำมันผ่านท่อนี้ กำหนดให้ ความหนาแน่นของน้ำมันคือ 950 kg/m^3 และ ความหนืดของน้ำมัน (ν) คือ 2×10^{-5} m^2/s