ชื่อ-สกุล ..... รหัส ..... ตอน .....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบประจำภาคการศึกษาที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2554

วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2555 เวลา 9.00 - 12.00 น.

วิชา 216-241 Mechanics of Fluid I ห้อง Robot S817 A401 S203

คำสั่ง

ข้อสอบมีทั้งหมด 3 ข้อ ทำทุกข้อในข้อสอบ

ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ

อนุญาตใช้ดินสอได้

อนุญาตใช้เครื่องคิดเลขทุกชนิด

ไพโรจน์ คีรีรัตน์

กิตตินันท์ มลิวรรณ

สราวุธ โกนสร้าง

ผู้ออกข้อสอบ

ข้อ	คะแนนเต็ม	
1	30	
2	30	
3	30	
รวม	90	

ชื่อ-สกุล.....

รหัส.....

อาจารย์ผู้สอน .....

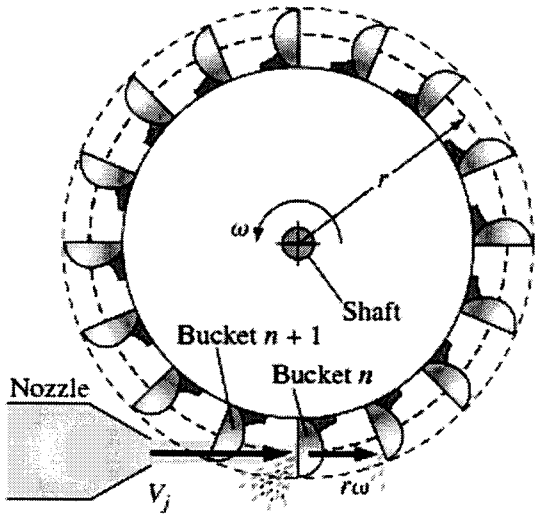
ข้อ 1 (30 คะแนน) ออกข้อสอบโดยอ.ไพโรจน์ คีรีรัตน์

1.1 นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ ได้ใช้หลักการของ impulse turbine ดังในรูปที่ 1 ในการออกแบบสร้างกังหันเพื่อผลิตไฟฟ้าสำหรับใช้ในหมู่บ้านใกล้ภูเขา

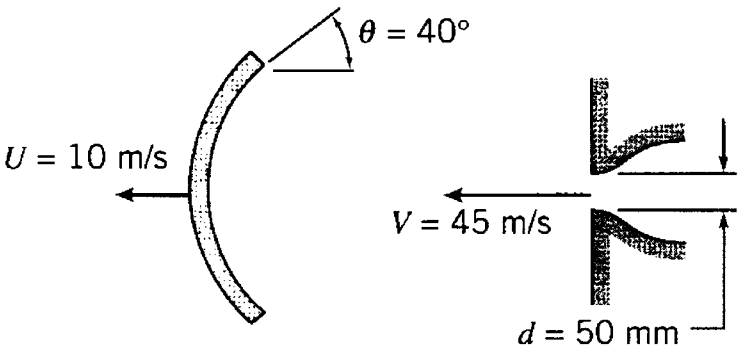
นักศึกษาได้ทดลองสร้างกังหันน้ำ โดยใช้ส่วนของจานกลม ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.15 m ติดอยู่บนกงล้อทำให้รัศมีถึงกึ่งกลางของจาน r = 1.0 m นักศึกษาได้จำลองการทำงานด้วยเจ็ตน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง d = 50 mm ที่มีความเร็วเท่ากับ 45 m/s พุ่งชนจานขณะเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 m/s ดังในรูปที่ 1.2

<u>จงหา</u>แรงบนจานแต่ละอัน โดยใช้สมการโมเมนตัมเชิงเส้น **<u>และหา</u>**แรงบิดของกังหันนี้โดยใช้สมการโมเมนตัมเชิงมุม (angular momentum)

กำหนดให้ น้ำมีความหนาแน่น 1000 kg/m^3 และ g = 9.81 m/s^2



รูปที่ 1.1 Pelton turbine

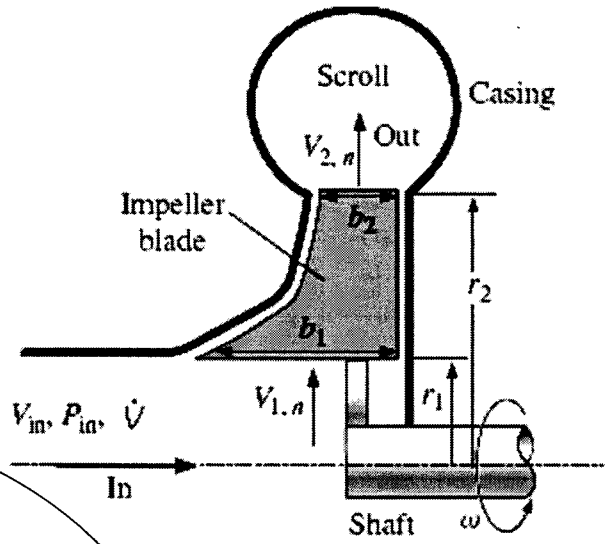


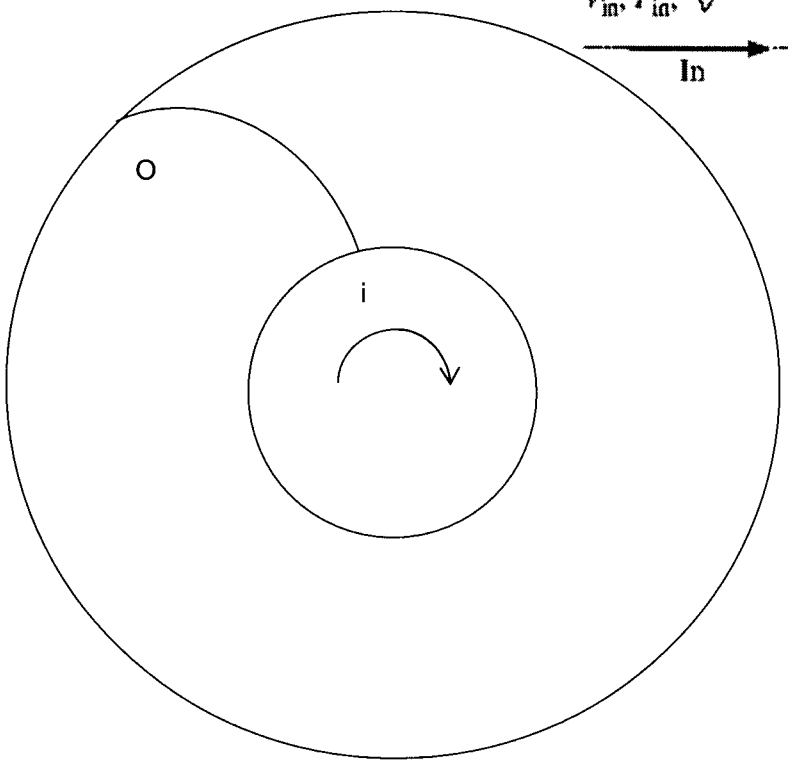
รูปที่ 1.2 ชุดทดลอง

1.2 ปั๊มหมุนเหวี่ยง ทำงานที่ความเร็วรอบ 750 rpm น้ำไหลเข้าใบพัดในทิศตั้งฉากกับใบพัด ($\alpha = 0$) หรือในแนวรัศมี และไหลออกทำมุม 35 องศา กับแนวรัศมี ($\alpha_2 = 35^\circ$) มีรัศมีทางเข้า r_1 = 12 cm ความกว้างใบพัด b_1 = 18.0 cm รัศมีทางออก r_2 = 24.0 cm และความกว้างของใบพัดที่ทางออก b_2 = 14.0 cm อัตราการไหล 0.573 m^3/s

(a) ***<u>จงเสก็ต</u>***สามเหลี่ยมของความเร็ว (velocity triangle) ที่ทางเข้า (inlet) จุด i และที่ทางออก (outlet) จุด o บนรูปข้างล่าง

(b) ***<u>จงหา</u>***ขนาดความเร็วสมบูรณ์ของน้ำ ที่ทางเข้าและทางออก





1.3

ก. ***จงแสดง***สมการโมเมนตัมเชิงมุม สำหรับใช้หาแรงบิดของเครื่องจักรกลของไหล

ข. ***จงอธิบาย***นิยามของ Net Positive Suction Head (NPSH)

ค. จากตารางข้อมูลเชิงสมรรถนะของปั๊มน้ำหมุนเหวี่ยง ***จงคำนวณ***ประสิทธิภาพ ***และหา***จุดที่เหมาะสมสำหรับใช้ปั๊มนี้ทำงาน (Q = ?)

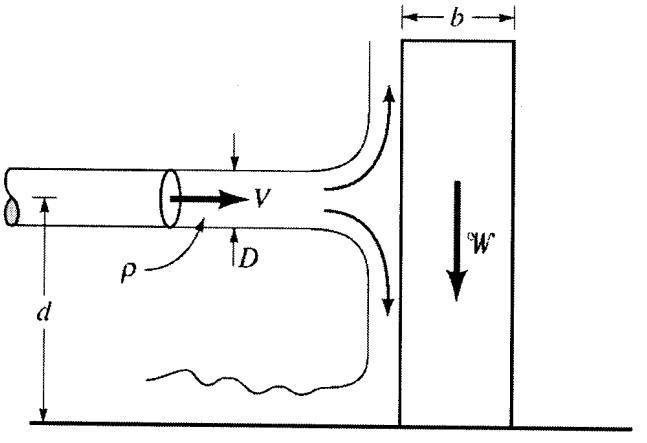
กำหนดให้ η = water horsepower / bhp , $\rho_{น้ำ}$ = 1000 kg/m^3, g = 9.81 m/s^2

Q (ลิตรต่อนาที)	H (เมตร)	bhp (วัตต์)	η
0.0	47.5	133	
6.0	46.2	142	
12.0	42.5	153	
18.0	36.2	164	
24.0	26.2	172	
30.0	15.0	174	
36.0	0.0	174	

ข้อ 2 (30 คะแนน) ออกข้อสอบโดย อ.กิตตินันท์ มลิวรรณ

2.1 ลำของไหลพุ่งชนกล่องดังแสดงในรูป สมมติให้ความเร็ว V ที่ทำให้กล่องพลิก ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของไหล ρ, ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำของไหล D, น้ำหนักของกล่อง W, ความกว้างของกล่อง *b* และระยะห่างระหว่างลำของไหลกับพื้น *d*

1) **<u>จงหา</u>**กลุ่มตัวแปรไร้มิติของปัญหานี้ โดยให้ ρ, D, W เป็นตัวแปรซ้ำ
2) จงใช้สมการโมเมนตัม **<u>หา</u>**ค่าความเร็ว V ให้อยู่ในรูปของตัวแปรต่างๆ
3) ***<u>เปรียบเทียบ</u>***คำตอบข้อ 1 และ 2



2.2 (10 คะแนน) เพื่อหาแรงต้าน (drag force) ของบอลลูนที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 6 m/s ในอากาศอุณหภูมิ 20°C (ρ_a= 1.2 kg/m^3, μ_a= 1.80E-5 N-s/m^2) แบบจำลองมาตราส่วน 1:13 ถูกสร้างขึ้นและทดลองในอุโมงน้ำที่อุณหภูมิ 20°C (ρ_w= 998 kg/m^3, μ_w= 1.003E-3 N-s/m^2)

1) ***จงหา***ความเร็วของน้ำที่ใช้ทดลอง
2) ที่ความเร็วของน้ำในข้อ 1 แรงต้านที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 2700 N ***จงหา***แรงต้านของแบบจริง

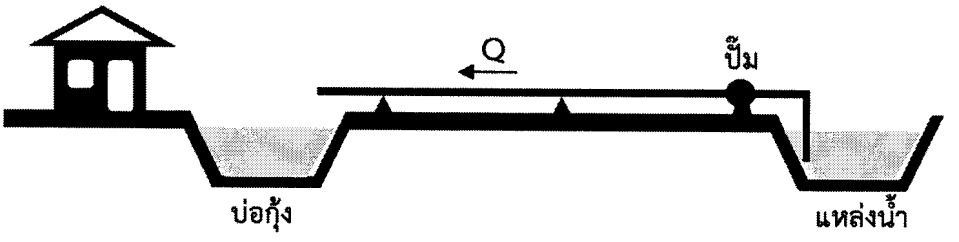
ตารางกลุ่มตัวแปรไร้มิติ

Parameter	Definition	Qualitative ratio of effects
Reynolds number	$\mathrm{Re} = \frac{\rho U L}{\mu}$	$\frac{\text{Inertia}}{\text{Viscosity}}$
Mach number	$\mathrm{Ma} = \frac{U}{a}$	$\frac{\text{Flow speed}}{\text{Sound speed}}$
Froude number	$\mathrm{Fr} = \frac{U^2}{gL}$	$\frac{\text{Inertia}}{\text{Gravity}}$
Weber number	$\mathrm{We} = \frac{\rho U^2 L}{\Upsilon}$	$\frac{\text{Inertia}}{\text{Surface tension}}$
Cavitation number (Euler number)	$\mathrm{Ca} = \frac{p - p_v}{\rho U^2}$	$\frac{\text{Pressure}}{\text{Inertia}}$
Prandtl number	$\mathrm{Pr} = \frac{\mu c_p}{k}$	$\frac{\text{Dissipation}}{\text{Conduction}}$
Eckert number	$\mathrm{Ec} = \frac{U^2}{c_p T_0}$	$\frac{\text{Kinetic energy}}{\text{Enthalpy}}$
Specific-heat ratio	$k = \frac{c_p}{c_v}$	$\frac{\text{Enthalpy}}{\text{Internal energy}}$
Strouhal number	$\mathrm{St} = \frac{\omega L}{U}$	$\frac{\text{Oscillation}}{\text{Mean speed}}$
Roughness ratio	$\frac{\epsilon}{L}$	$\frac{\text{Wall roughness}}{\text{Body length}}$
Grashof number	$\mathrm{Gr} = \frac{\beta \Delta T g L^3 \rho^2}{\mu^2}$	$\frac{\text{Buoyancy}}{\text{Viscosity}}$
Temperature ratio	$\frac{T_w}{T_0}$	$\frac{\text{Wall temperature}}{\text{Stream temperature}}$
Pressure coefficient	$C_p = \frac{p - p_\infty}{\frac{1}{2}\rho U^2}$	$\frac{\text{Static pressure}}{\text{Dynamic pressure}}$
Lift coefficient	$C_L = \frac{L}{\frac{1}{2}\rho U^2 A}$	$\frac{\text{Lift force}}{\text{Dynamic force}}$
Drag coefficient	$C_D = \frac{D}{\frac{1}{2}\rho U^2 A}$	$\frac{\text{Drag force}}{\text{Dynamic force}}$

ข้อ 3 (30 คะแนน) ออกข้อสอบโดย อ.สราวุธ โกนสร้าง

<u>คำสั่ง</u> ให้นักศึกษาทำข้อที่ 3.2 และเลือกทำข้อ 3.1หรือ 3.3 เพียงข้อใดข้อหนึ่ง

3.1 (10 คะแนน) นายทวีศักดิ์ต้องการสูบน้ำ ($\upsilon = 1.12\times10^{-6}$ ตารางเมตรต่อวินาที และ $\gamma = 9.8\times10^{3}$ นิวตันต่อลูกบาศก์เมตร) เข้าบ่อกุ้งที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ L = 150 เมตร เขาใช้ท่อพีวีซีซึ่งมีผิวท่อเรียบมากถึงมากที่สุด ($\varepsilon = 0$ เมตร) เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร กำหนดให้อัตราการไหลของน้ำคือ Q = 0.0393 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เมื่อไม่คิดการสูญเสียรองที่เกิดขึ้น **<u>*จงคำนวณหา*</u>กำลังของปั๊มน้ำในหน่วยแรงม้า (hp) ที่นายทวีศักดิ์ต้องซื้อมาใช้**



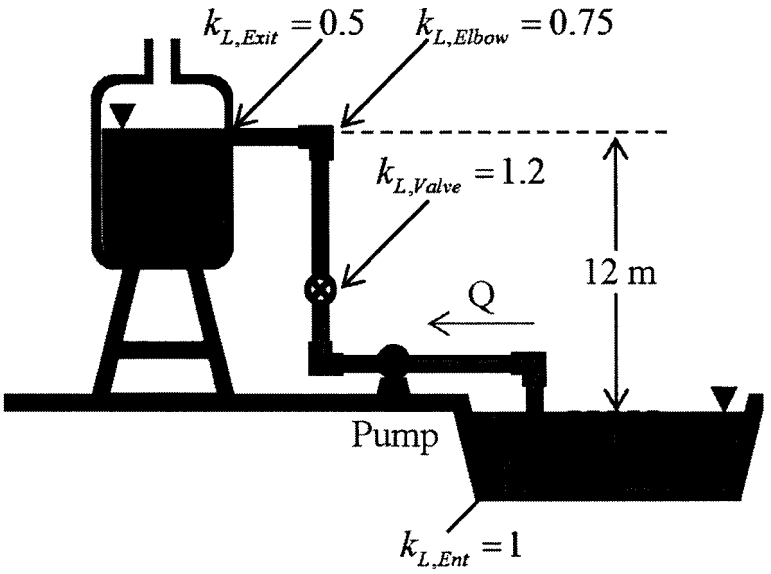
3.2(20 คะแนน) เมื่อหน้าแล้งมาถึง "โมจิ" และ "เปมี่" ก็คิดจะสูบน้ำ (ρ = 1000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ μ =1.12x10^{-3} นิวตัน-วินาทีต่อตารางเมตร) เข้าถังเก็บน้ำเพื่อไว้ใช้ในหน้าแล้งที่กำลังจะมาถึง ทั้งสองจึงช่วยกันสร้างระบบท่อดังแสดงซึ่งเป็นท่อเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel pipe) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ความยาวรวม 500 เมตร **<u>จงหา</u>**

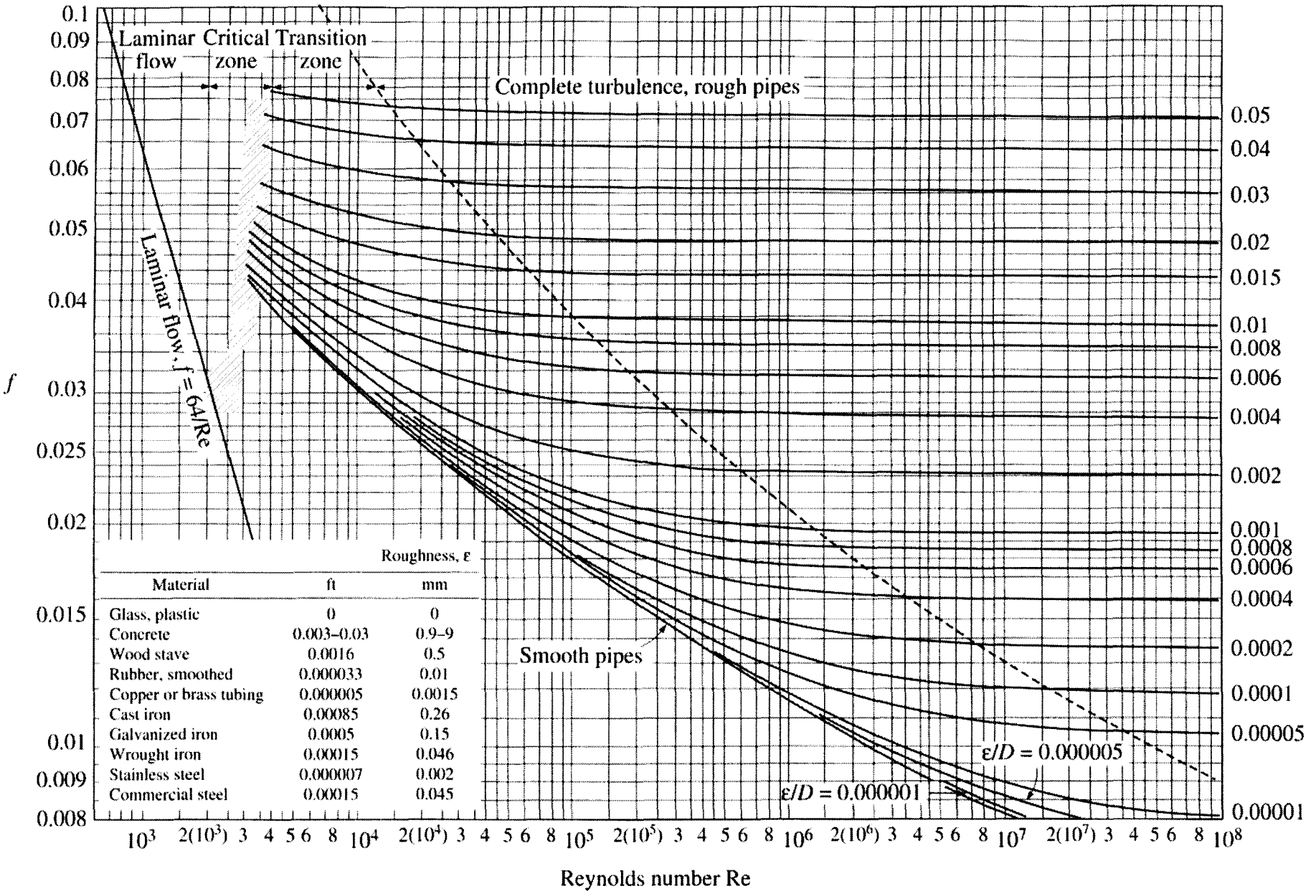
a. อัตราเร็วเชิงปริมาตรของน้ำที่ไหลในท่อในหน่วย ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

b. กำลังของปั้มในหน่วยวัตต์

เมื่อปั้มมีกำลังส่งสูง h_p = 172 เมตร

กำหนดให้ใช้ Moody chart ในการคำนวณ โดยการเริ่มคำนวณให้สมมติ $Re_d = 2 \times 10^6$ *หรือสมมติ* $f = 0.03$ *อย่างใดอย่างหนึ่ง*



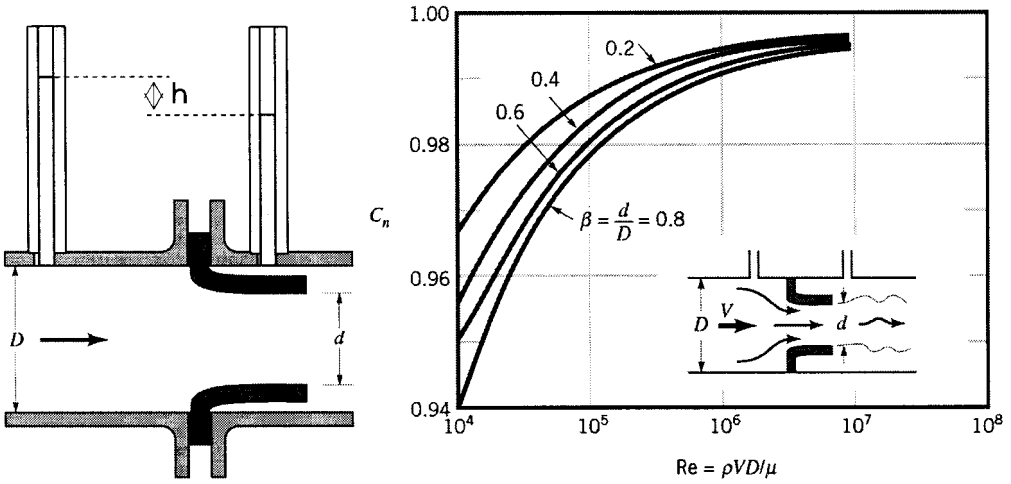


Material	Roughness, ε ft	mm
Glass, plastic	0	0
Concrete	0.003–0.03	0.9–9
Wood stave	0.0016	0.5
Rubber, smoothed	0.000033	0.01
Copper or brass tubing	0.000005	0.0015
Cast iron	0.00085	0.26
Galvanized iron	0.0005	0.15
Wrought iron	0.00015	0.046
Stainless steel	0.000007	0.002
Commercial steel	0.00015	0.045

FIGURE A-27

The Moody chart for the friction factor for fully developed flow in circular tubes.

3.3(10 คะแนน) จากรูปเป็นอุปกรณ์วัดอัตราการไหลในท่อที่นายคมชาญตระเตรียมขึ้น **<u>จงหา</u>**ค่าของ h เมื่อท่อน้ำมีขนาด D = 5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของ Nozzle คือ d = 2 เซนติเมตร ถ้าน้ำไหลด้วยอัตรา 0.0044 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที



กำหนดให้สมการควบคุมอัตราการไหลในท่อมีดังนี้

$$Q = C_n A_n \sqrt{\frac{2\cdot(\Delta p)}{\rho\cdot\left(1-\beta^4\right)}}, \qquad A_n = \frac{\pi}{4}d^2$$