มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2553

วันที่ 13 ตุลาคม 2553 เวลา 13.30-16.30 น.

วิชา 215-241,216-241 Mechanics of Fluids I ห้อง หัวหุ่น, S817

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
4. ความดันบรรยากาศเท่ากับ 101.325 kPa

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	20	
2	20	
3	20	
4	20	
5	25	
6	25	
คะแนนรวม	130	

ผศ.ดร.จันทกานต์ ทวีกุล ตอน 01

ผศ.ดร.สุธรรม นิยมวาส ตอน 02

ดร.จีระภา สุขแก้ว ตอน 03

อ.นันทพันธ์ นภัทรานันทน์ ตอน 04

ผู้ออกข้อสอบ

ชื่อ-สกุล.....

รหัส.....

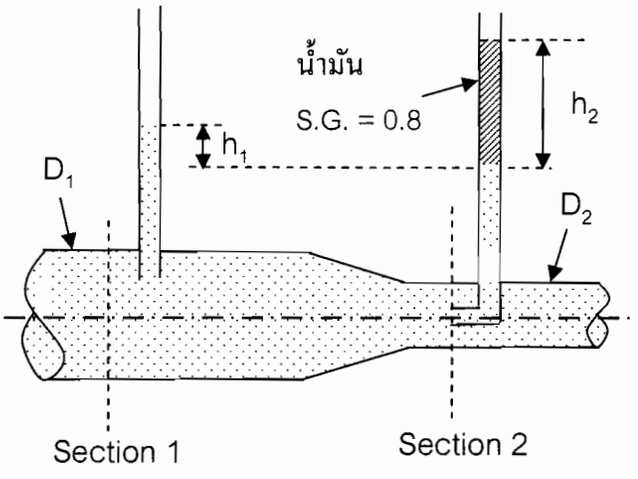
สังกัดหลักสูตรวิศวกรรม.....

วิชา ☐ 215-241

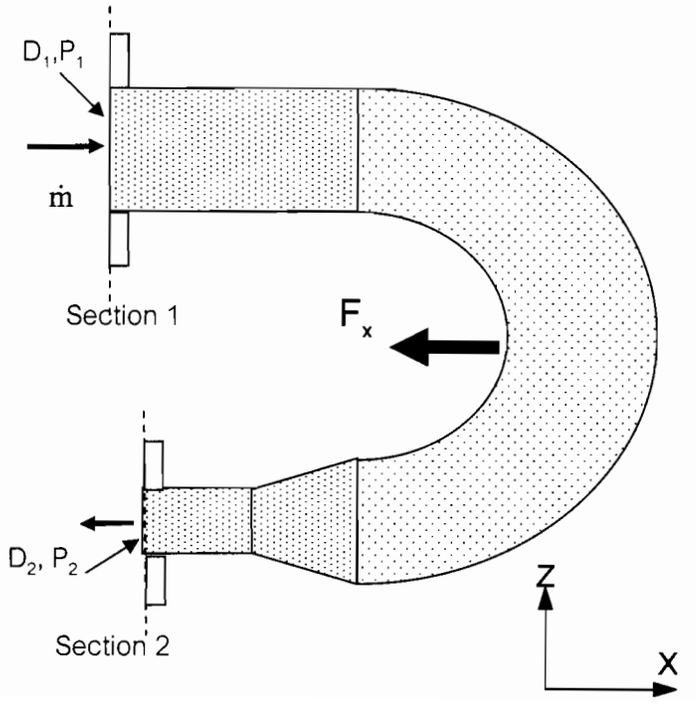
☐ 216-241

ตอน.....

ข้อที่ 1) น้ำไหลผ่าน Venturi meter ซึ่งมี stagnation และ static pressure tube ติดตั้งกับท่อที่หน้าตัด (1) และ (2) ตามลำดับดังรูป ถ้า ความสูงของน้ำมัน (h_2) คือ 1.0 m และเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อตรงหน้าตัด (1) มีค่า D_1 = 100 mm, เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อตรงหน้าตัด (2) มีค่า D_2= 50mm, ระดับน้ำความสูง h_2= 100 mm กำหนดให้น้ำมีคุณสมบัติเป็นของไหลอุดมคติ จงหาอัตราการไหลเชิงมวลของน้ำในท่อ ($\dot{m}$)



ข้อที่ 2) น้ำไหลแบบคงตัวผ่านท่องอ 180° ที่มีการเปลี่ยนพื้นที่หน้าตัดดังรูป ถ้าที่หน้าตัด (2) มีความดันสัมบูรณ์ P_2 = 200 kPa (abs), เส้นผ่าศูนย์กลาง D_1= 150 mm และเส้นผ่าศูนย์กลาง D_2 = 80 mm หากท่องอวางอยู่ในแนวราบ โดยมีน็อตยึดหน้าแปลนเพื่อตรึงท่องอเอาไว้ ซึ่งมีแรงในแนว x เป็น F_x =5,500 N และน้ำมีคุณสมบัติเป็นของไหลอุดมคติ จงหา ความดันเกจ P_1 และอัตราการไหลของน้ำ($\dot{m}$, kg/s)



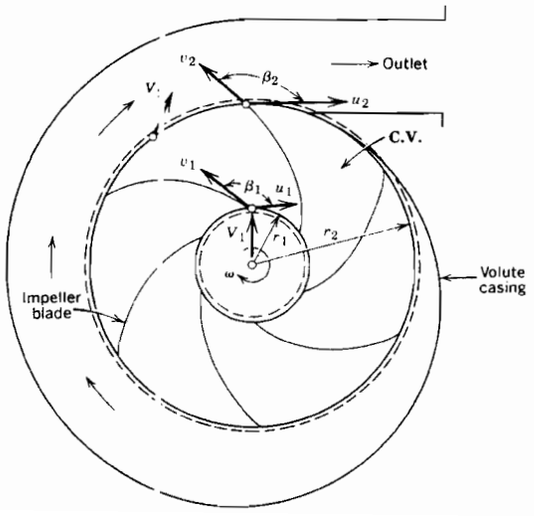
ข้อที่ 3) ปั๊มแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ (centrifugal pump) มีรัศมีภาย ใน 0.1 m รัศมีภายนอก 0.2 m ความกว้าง 0.15 m มีมุมใบพัดทางเข้า β_1 = 120° และ มุมใบพัดที่ทางออก β_2 = 135° โดยปั๊มหมุนด้วยความเร็วรอบของปั๊ม N = 750 rpm หากไม่มีความเร็วในแนวสัมผัสที่ทางเข้าปั๊มและไม่คิดแรงเสียดทาน จงหา

3.1 อัตราการปั๊มน้ำ Q (m^3/s)

3.2 ทอร์กที่กระทำต่อปั๊ม T (N-m)

3.3 กำลังที่ใช้ในการขับปั๊ม

3.4 ความดันที่เพิ่มขึ้นของน้ำ



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

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

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

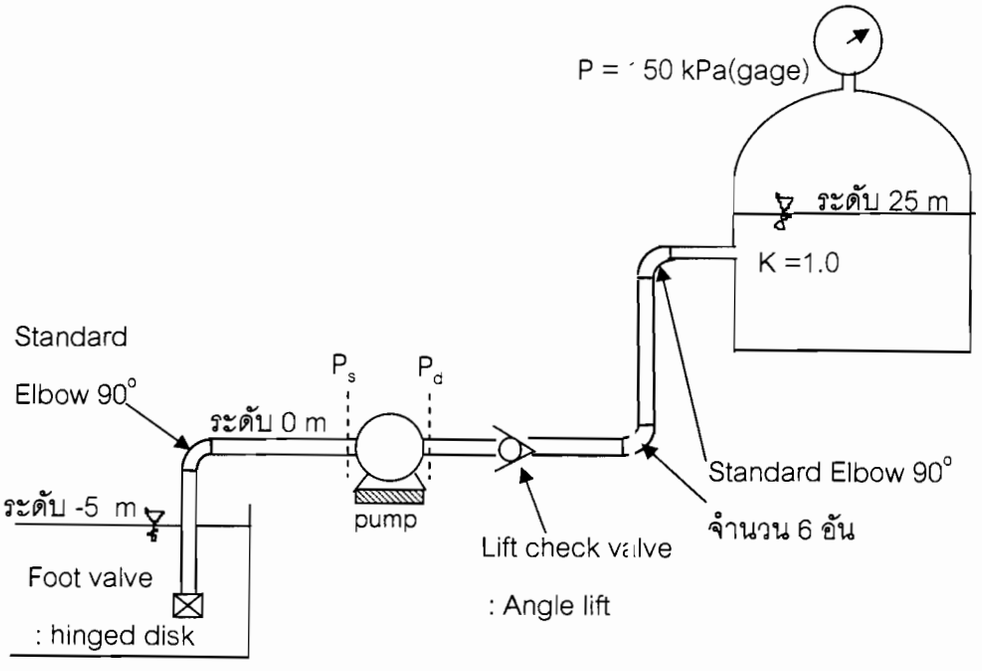
หากปั๊ม prototype ที่มีลักษณะเดียวกัน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของปั๊มเท่ากับ 0.5 m ในความคล้ายคลึงกันของสมรรถนะระหว่าง prototype กับ model จงหากำลังที่ใช้ในการขับปั๊ม, ความเร็วรอบ และอัตราการไหล ของปั๊ม prototype (เมื่อ ปั๊ม model และ prototype ทดสอบกับของไหลชนิดเดียวกัน)

ข้อที่ 5) ระบบจ่ายน้ำในโรงแรมแห่งหนึ่งดังรูป น้ำถูกสูบจากถังพักซึ่งมีระดับน้ำต่ำกว่าปั๊ม 5 m ด้วยอัตรา 0.25 m^3/s ขึ้นไปเก็บที่ถังน้ำความดันบนดาดฟ้าของตึก ซึ่งสูงกว่าปั๊ม 25 m หากท่อในระบบเป็นท่อ ท่อเหล็ก (Galvanized Iron, e = 0.1 mm.) มีเส้นผ่าศูนย์กลาง (D) 250 mm โดยท่อตรงช่วงทางดูดมีความยาวรวม 10 m ส่วนด้านจ่ายท่อมีความยาวรวม 40 m และความดันในถังบนดาดฟ้าเป็น 150 kPa(gage)

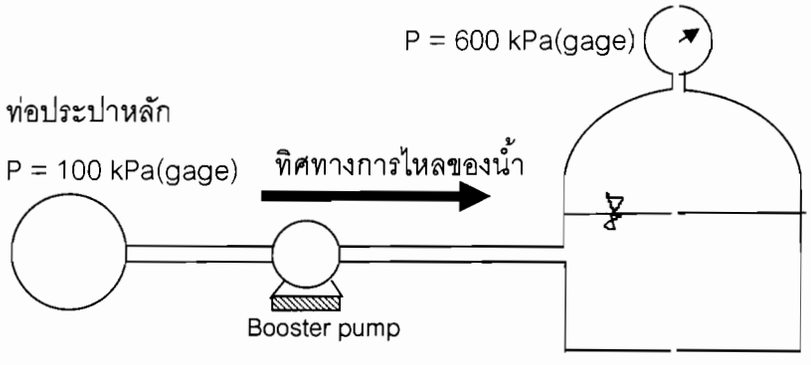
จงหา ก) ความดันสัมบูรณ์ด้านทางดูดของปั๊ม (P_s)

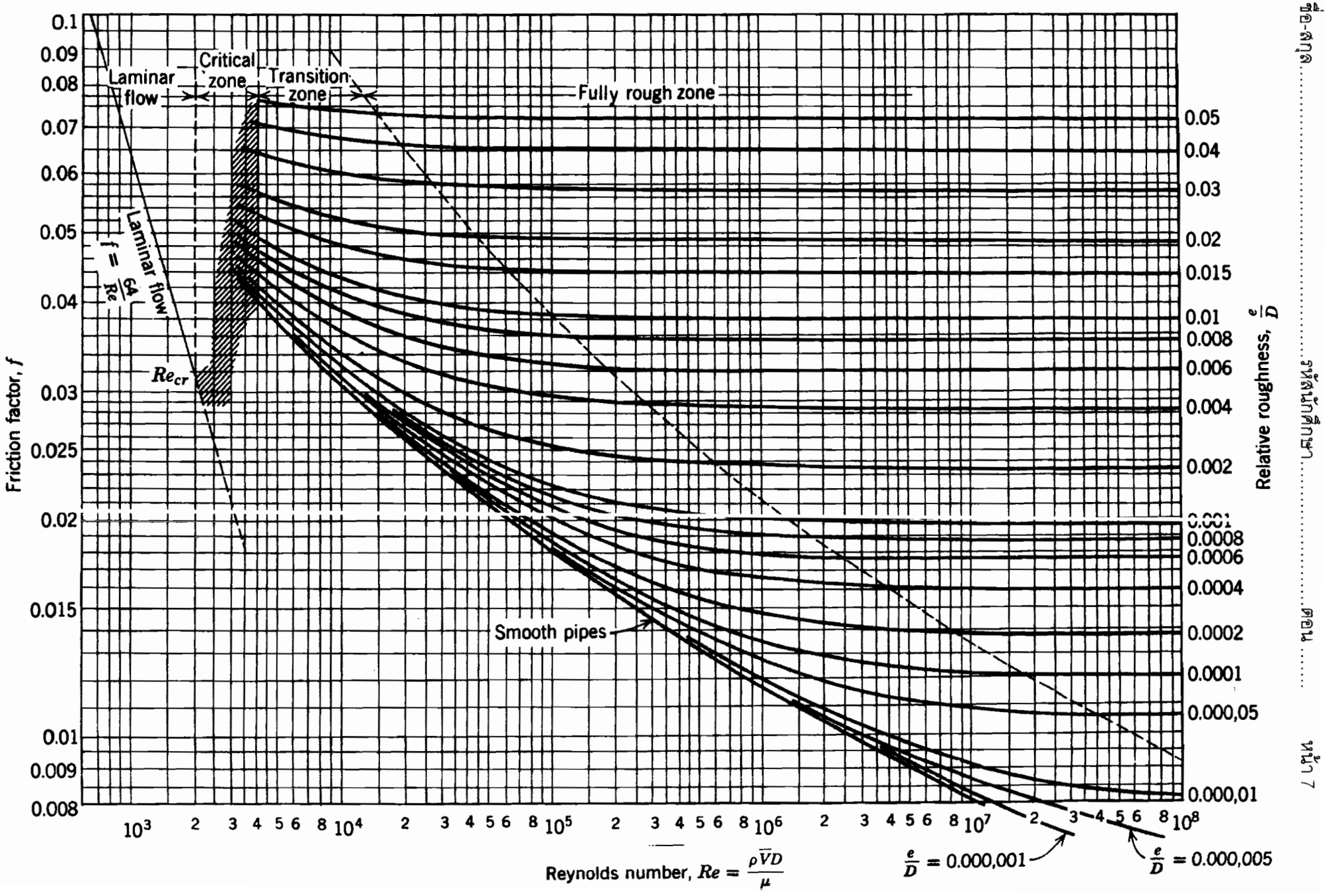
ข) ความดันสัมบูรณ์จ่ายของปั๊ม (P_d)

ค) กำลังที่ใช้ขับปั๊ม



ข้อ 6) โรงงานแห่งหนึ่งมีอัตราการใช้น้ำ 6 m^3/min ความดันของท่อประปาหลักซึ่งห่างจากโรงงาน 150 m มีค่า 100 kPa(gage) การต่อท่อใช้ท่อเหล็ก(Galvanized Iron, e = 0.1 mm.) ความยาวท่อที่ใช้ทั้งหมด 300 m และมีความสูญเสียรองรวม $\sum K$ = 12.0 โดยโรงงานจำเป็นต้องติดตั้ง booster pump และถังความดัน เพื่อเพิ่มความดันที่จุดใช้งานในโรงงานเป็น 600 kPa(gage) หากเดินท่อในแนวราบทั้งหมด และขนาดเท่ากันตลอด booster pump มีขนาด 55 kW จงหาขนาดเล็กสุดของท่อที่ต้องใช้




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

Representative Dimensionless Equivalent Lengths (L_e/D) for Valves and Fittings

Fitting Type	Equivalent Length,* L_e/D
Valves (fully open)	
Gate valve	8
Globe valve	340
Angle valve	150
Ball valve	3
Lift check valve: globe lift	600
: angle lift	55
Foot valve with strainer: poppet disk	420
: hinged disk	75
Standard elbow: 90°	30
: 45°	16
Return bend, close pattern	50
Standard tee: flow through run	20
: flow through branch	60

DIMENSIONS OF FLUID-MECHAN CS PROPERTIES

Quantity	Symbol	Dimensions	
		{MLT}	{FLT}
Length	L	L	L
Area	A	L^2	L^2
Volume	∀	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}	$FL^{-4}T^2$