มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2552

วันที่ 7 ตุลาคม 2552 เวลา 13.30-16.30 น.

วิชา 215-241,216-241 Mechanics of Fluids I ห้อง S201, S203

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 μ = 1.02 $x10^{-3}$ Pa.s
4. ความดันบรรยากาศเท่ากับ 101.325 kPa

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

อ.กำฤทธิ์	อุทารพันธุ์	ตอน 01
ผศ.ดร.สุธรรม	นิยมวาส	ตอน 02
ดร.จีระภา	สุขแก้ว	ตอน 03
อ.พุทธิพงศ์	แสนสบาย	ตอน 04

ผู้ออกข้อสอบ

ชื่อ-สกุล.....

รหัส.....

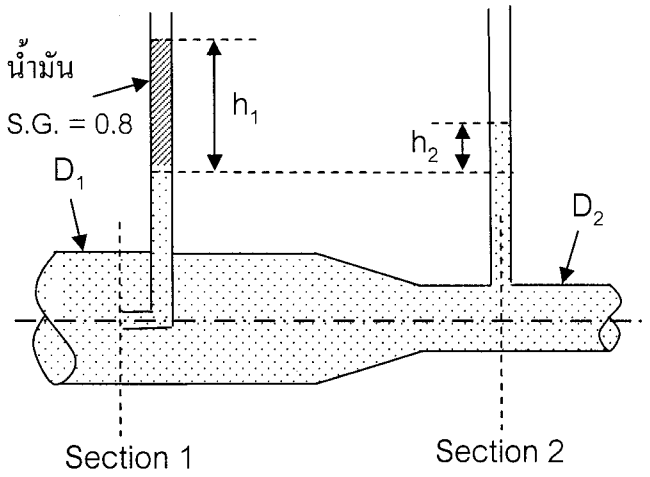
สังกัดหลักสูตรวิศวกรรม.....

วิชา ☐ 215-241

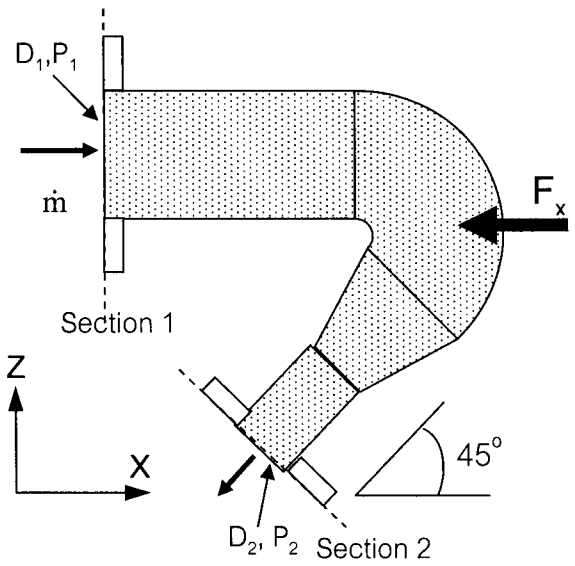
☐ 216-241

ตอน.....

ข้อที่ 1) น้ำไหลผ่าน Venturi meter ซึ่งมี stagnation และ static pressure tube ติดตั้งกับท่อที่หน้าตัด (1) และ (2) ตามลำดับดังรูป ถ้าอัตราการไหลเชิงมวลของน้ำในท่อ ($\dot{m}$) คือ 10 kg/s และเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อตรงหน้าตัด (1) มีค่า D_1 = 100 mm, เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อตรงหน้าตัด (2) มีค่า D_2 = 50 mm, ระดับน้ำความสูง h_2 = 50 mm กำหนดให้น้ำมีคุณสมบัติเป็นของไหลอุดมคติ จงหาความสูงของน้ำมัน (h_1)



ข้อที่ 2) น้ำไหลแบบคงตัวผ่านท่องอที่มีการเปลี่ยนพื้นที่หน้าตัดดังรูป ถ้าที่หน้าตัด (1) มีความดัน สัมบูรณ์ P_1 = 350 kPa (abs), เส้นผ่าศูนย์กลาง D_1= 150 mm, และที่หน้าตัด (2) มีเส้นผ่าศูนย์กลาง D_2 = 80 mm หากท่องอวางอยู่ในแนวราบ โดยมีน็อตยึดหน้าแปลนเพื่อตรึงท่องอเอาไว้ ซึ่งมีแรงในแนว x เป็น F_x =5,500 N และน้ำมีคุณสมบัติเป็นของไหลอุดมคติ จงหา ความดันเกจ P_2 และอัตราการไหลของน้ำ($\dot{m}$, kg/s)

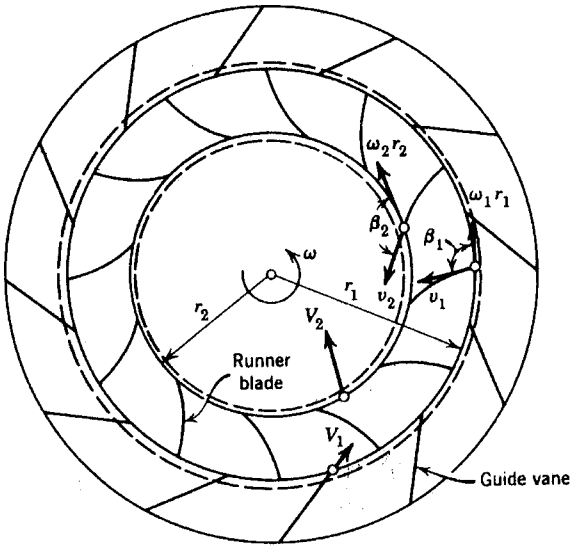


ข้อที่ 3) Reaction turbine ตัวหนึ่ง มีรัศมี r_1 =2.0 m , r_2 = 1.0 m และความหนาของใบ b = 0.5 m เท่ากันตลอด มุมของใบพัดตรงทางเข้า (β_1) คือ 60° และมุมของใบพัดตรงทางออก (β_2) คือ 150° โดยมีความเร็วรอบ(N) 90 rpm หากมุมของ Guide vane (มุมของน้ำเข้าสู่ turbine) คือ 15° (ให้น้ำมีคุณสมบัติเป็นของไหลอุดมคติ) จงคำนวณหา

1) อัตราการไหลของน้ำในหน่วย m^3/s

2) Torque ที่กระทำต่อ runner

3) กำลังที่ได้จาก Turbine



ข้อที่ 4) ความสัมพันธ์ของหัวส่งที่ปั๊มสร้างได้ (ΔH มีหน่วยเป็นเมตรน้ำ) กับตัวแปรอิสระได้แก่ อัตราการไหลเชิงปริมาตร (Q), ความเร็วเชิงมุม (ω), เส้นผ่าศูนย์กลางของใบพัด (D), และ คุณสมบัติของของไหล เช่น ความหนาแน่น (ρ), และ ความหนืด (μ) เป็นดังนี้ $\Delta H = f(Q, \omega, D, \rho, \mu)$

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

การทดสอบกับปั๊มจำลอง (model) ที่ความเร็วรอบ 500 rpm โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของปั๊มจำลอง 0.20 m ด้วยอัตราการไหล 0.05 m^3/s จะสร้างหัวส่งที่ปั๊มจำลอง 30 m (ΔH_{model})

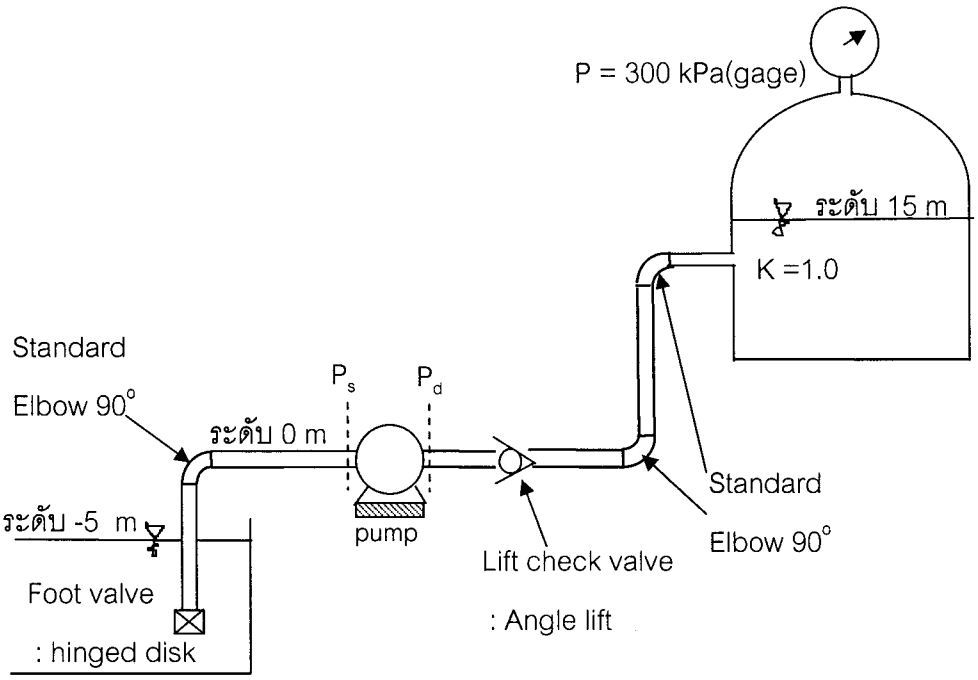
หากปั๊ม prototype ที่มีลักษณะเดียวกัน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของปั๊มเท่ากับ 0.5 m ในความคล้ายคลึงกันของสมรรถนะระหว่าง prototype กับ model จงหาหัวส่งที่ปั๊มสร้างได้($\Delta H_{prototype}$), ความเร็วรอบ และ อัตราการไหลของปั๊ม prototype (เมื่อ ปั๊ม model และ prototype ทดสอบกับของไหลชนิดเดียวกัน)

ข้อที่ 5) ระบบจ่ายน้ำในโรงแรมแห่งหนึ่งดังรูป น้ำถูกสูบจากถังพักซึ่งมีระดับน้ำต่ำกว่าปั๊ม 5 m ด้วยอัตรา 0.025 m^3/s ขึ้นไปเก็บที่ถังน้ำความดันบนดาดฟ้าของตึก ซึ่งสูงกว่าปั๊ม 15 m หากท่อในระบบเป็นท่อ PVC (smooth pipe) มีเส้นผ่าศูนย์กลาง (D) 200 mm โดยท่อตรงช่วงทางดูดมีความยาวรวม 10 m ส่วนด้านจ่ายท่อมีความยาวรวม 30 m และความดันในถังบนดาดฟ้าเป็น 300 kPa(gage)

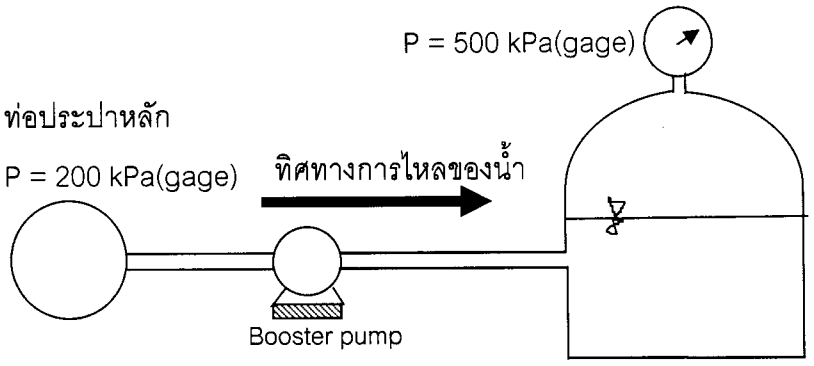
จงหา ก) ความดันสัมบูรณ์ด้านทางดูดของปั๊ม (P_s)

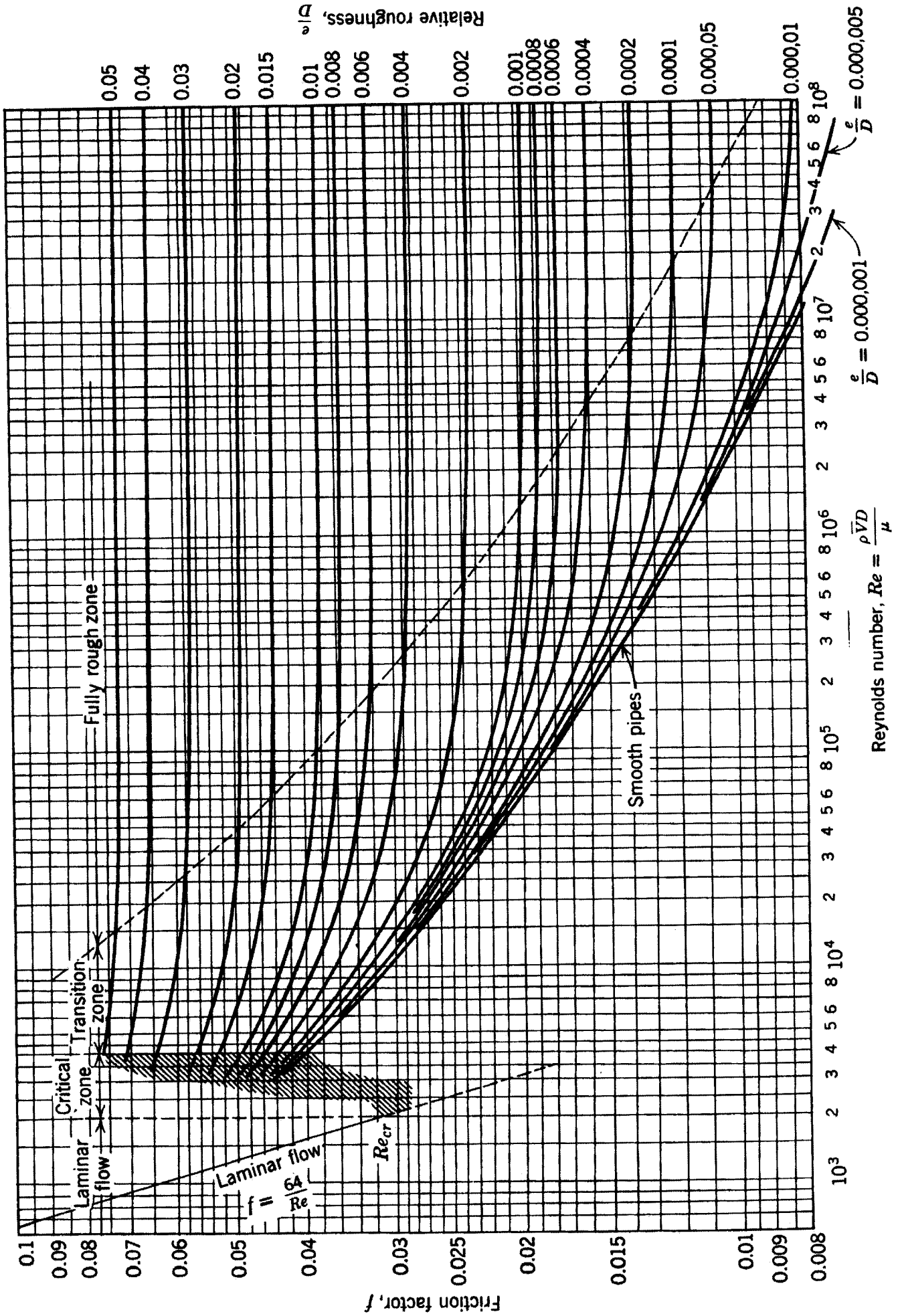
ข) ความดันสัมบูรณ์จ่ายของปั๊ม (P_d)

ค) กำลังที่ใช้ขับปั๊ม



ข้อ 6) โรงงานแห่งหนึ่งมีอัตราการใช้น้ำ 6 m^3/min ความดันของท่อประปาหลักซึ่งห่างจากโรงงาน 150 m มีค่า 200 kPa(gage) การต่อท่อใช้ ท่อ PVC (smooth pipe) ความยาวท่อที่ใช้ทั้งหมด 250 m และมีความสูญเสียรองรวม $\sum K = 10.0$ โดยโรงงานจำเป็นต้องติดตั้ง booster pump และถังความดัน เพื่อเพิ่มความดันที่จุดใช้งานในโรงงานเป็น 500 kPa(gage) หากเดินท่อทั้งหมดวางในแนวราบ และขนาดเท่ากันตลอด booster pump มีขนาด 40 kW จงหาขนาดเล็กสุดของท่อที่ต้องใช้




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
$\frac{\varepsilon}{D} = 0.000,005$
$\frac{\varepsilon}{D} = 0.000,001$
Fully rough zone
Critical zone
Transition zone
Laminar flow
Laminar flow
$f = \frac{64}{Re}$
Re_{cr}
Smooth pipes
Friction factor, f
Reynolds number, $Re = \frac{\rho \bar{V} D}{\mu}$
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
2
3
4
5
6
8
10^4
10^5
10^6
10^7
10^8

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-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}	$FL^{-4}T^2$