ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2556

วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2557 เวลา 13:30-16:30 น.

วิชา 216-342 กลศาสตร์ของไหล 2 ห้อง A200

215-342 กลศาสตร์ของไหล 2 ห้อง Robot

==========

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 6 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกรุ่น
3. ให้เขียนชื่อ-สกุล และรหัสนักศึกษาลงในข้อสอบ**ทุกหน้า**
4. อนุญาตให้เขียนคำตอบด้านหลังกระดาษ

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้นและพักการเรียนหนึ่งภาคการศึกษา

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	30	
2	25	
3	15	
4	20	
5	15	
6	15	
รวม	120	

อาจารย์ ชยุต นันทดุสิต

(ผู้ออกข้อสอบ)

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

ข้อที่ 1. จงตอบคำถามต่อไปนี้ (ข้อละ 3 คะแนน)

1.1 จงอธิบายเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของการไหลแบบ Inviscid flow และ Boundary layer flow

1.2 จงเขียนอธิบายความหมายของแต่ละเทอมในสมการ Navier-Stokes และในกรณีที่เป็นการไหลแบบ Potential flow มีเทอมใดบ้างในสมการที่ไม่ต้องนำมาพิจารณา

$$\rho\left[\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + \left(\vec{V}\cdot\vec{\nabla}\right)\vec{V}\right] = -\vec{\nabla}P + \rho\vec{g} + \mu\nabla^2\vec{V}$$

1.3 จงอธิบายความหมายของการไหลสภาวะ Favorable และ Adverse pressure gradients และยกตัวอย่างการไหลทั้ง 2 แบบ

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

1.4 จงอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ Seperation ภายในชั้น Boundary layer ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นได้อย่างไร เกิดที่ใดบ้าง (เขียนรูปประกอบคำอธิบาย)

1.5 ลูกกอล์ฟทำไมมีผิวที่ขรุขระไม่เรียบ จงอธิบายเหตุผลทางกลศาสตร์ของไหล

1.6 จงอธิบายเกี่ยวกับกลไก (สาเหตุ) การเกิด Drag ในกรณีบางแผ่นราบขนานกับการไหล และกรณีวางแผ่นราบตั้งฉากขวางการไหล

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

1.7 ปรากฏการณ์สำลัก (Choking) คืออะไร เกิดขึ้นที่ไหน เมื่อไร

1.8 คุณสมบัติพิเศษของ Potential flow คืออะไร

1.9 Streamlined body แตกต่างจาก Bluff body อย่างไร

1.10 D' Alembert's paradox คืออะไร

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

ข้อที่ 2. พิจารณาการไหลแบบอุดมคติ 2 มิติ ที่มีการไหลสม่ำเสมอความเร็ว U_∞ ในทิศทาง x ผ่าน line source ที่มีความยาว L มีอัตราการไหลเชิงปริมาตร $\dot{V}$ วางที่จุดกำเนิด (0, 0)

(ก) จงวาดเส้น Streamline แสดงสนามการไหลนี้

(ข) จงหาฟังก์ชันกระแส (Stream function) ของสนามการไหลนี้ในระบบพิกัด (r, θ)

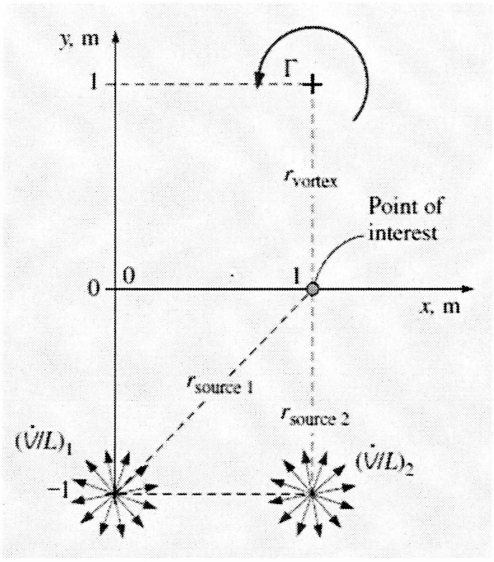
(ค) จงหาโพเทนเชี่ยวฟังก์ชั่น (Potential function) ของสนามการไหลนี้ในระบบพิกัด (r, θ)

(ง) จงหาสนามความเร็วในระบบพิกัด (r, θ)

(จ) จงหาตำแหน่ง Stagnation point ที่เกิดขึ้นในสนามการไหล

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

ข้อที่ 3 จงหาขนาดและทิศทางของความเร็วที่จุด (x, y) = (0, 1) ในสนามการไหลแบบไม่หมุนวนที่มี line source ขนาด $(\dot{V}/L)_1 = 2.00\ \text{m}^2/\text{s}$ ที่จุด (x, y) = (0, -1) และ line source ขนาด $(\dot{V}/L)_2 = 1.00\ \text{m}^2/\text{s}$ ที่จุด (x, y) = (1, -1) และ line vortex ขนาด $\Gamma = 1.50\ \text{m}^2/\text{s}$ ที่จุด (x, y) = (1, 1)



ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

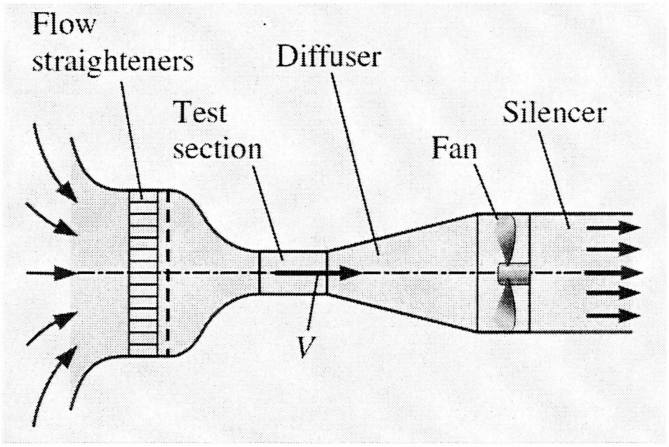
ข้อที่ 4. การไหลในอุโมงค์ลมที่มีส่วนทดสอบ (Test section) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 cm และยาว 30 cm ถ้าหากอากาศที่ไหลเข้าส่วนทดสอบมีความเร็วสม่ำเสมอตลอดหน้าตัดท่อที่ความเร็ว 3.5 m/s กำหนดให้อากาศมีความหนืด $\nu = 1.507 \times 10^{-5}\ \mathrm{m^2/s}$ ความหนาแน่น $\rho = 1.2\ \mathrm{kg/m^3}$

(ก) ที่ทางออกส่วนทดสอบการไหลในชั้นขอบเขตบนผิวท่อเป็นแบบราบเรียบหรือแบบปั่นป่วน

(ข) จงหาความหนาของชั้นขอบเขตบนผิวท่อที่ทางออกส่วนทดสอบ

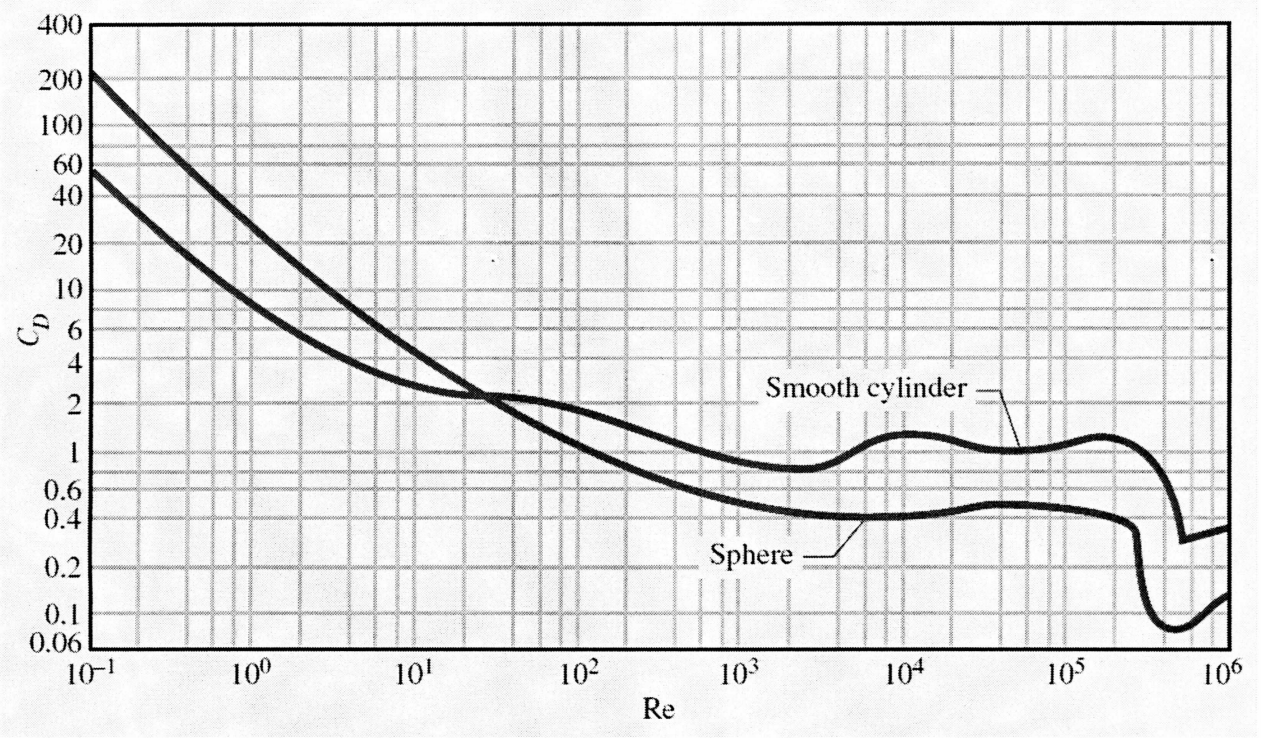
(ค) ที่ตำแหน่งทางออกส่วนทดสอบอากาศที่ตำแหน่งกลางท่อจะมีความเร็วเท่าใด

(ง) หากต้องการให้ความเร็วที่ทางออกส่วนทดสอบเท่ากับความเร็วที่ทางเข้าส่วนทดสอบจะต้องออกแบบท่ออย่างไร



ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

ข้อที่ 5. ปล่องควันไอเสียมีรูปร่างเป็นแท่งทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 m สูง 25 m หากมีลมความเร็วสม่ำเสมอ 50 km/hr พัดผ่าน จงคำนวณหาแรงต้านที่กระทำต่อปล่องควันนี้ กำหนดให้ ρ_{air} = 1.23 kg/m^3 และ μ_{air} = 1.79 x10^{-5} kg/m s



ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

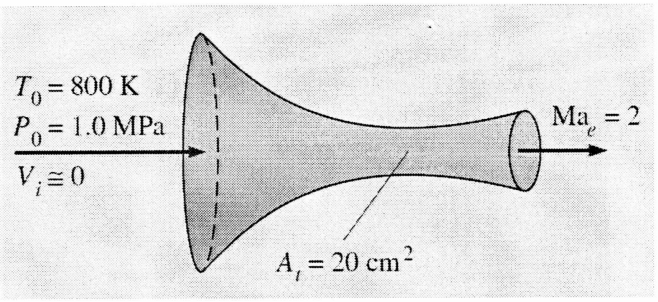
ข้อที่ 5. อากาศไหลเข้า Converging-diverging nozzle ตามที่แสดงในรูป ที่ทางเข้ามีความดัน 1.0 MPa อุณหภูมิ 800 K และความเร็วประมาณ 0 m/s ถ้าสมมุติให้การไหลอยู่ในสภาวะคงตัว เป็นการไหลแบบ Isentropic 1 มิติ ที่มีค่า k=1.4 ถ้าที่ทางออกมี Ma=2 และที่ตำแหน่งคอคอดมีพื้นที่ 20 cm^2

(ก) เงื่อนไขของการไหลแบบ Isentropic คืออะไร

(ข) จงหาความดัน ความหนาแน่น และอุณหภูมิที่ตำแหน่งคอคอด (Ma=1)

(ค) จงหาอัตราการไหลเชิงมวลผ่านท่อนี้

กำหนดให้ ค่าคงที่ของแก๊สในกรณีอากาศ R=0.287 kJ/kg K, c_p=1.005 kJ/kg K



ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

สมการที่เกี่ยวข้อง

$$u = \frac{\partial \psi}{\partial y} \quad \text{and} \quad v = \frac{-\partial \psi}{\partial x}$$

$$u = \frac{\partial \phi}{\partial x}, \quad \text{and} \quad v = \frac{\partial \phi}{\partial y} \qquad u_r = \frac{\partial \phi}{\partial r} \qquad u_\theta = \frac{1}{r}\frac{\partial \phi}{\partial \theta} \qquad u_z = \frac{\partial \phi}{\partial z}$$

$$\phi = \frac{m}{2\pi} \ln r, \quad \psi = \frac{m}{2\pi}\theta$$

$$\phi = Vx \qquad \psi = Vy$$

$$\phi = \frac{\Gamma}{2\pi}\theta \qquad \psi = -\frac{\Gamma}{2\pi} \ln r$$

$$\phi = \frac{\dot{V}/L}{2\pi} \ln r \qquad \psi = \frac{\dot{V}/L}{2\pi}\theta$$

$$\psi = \frac{-a(\dot{V}/L)}{\pi}\frac{\sin\theta}{r} = -K\frac{\sin\theta}{r}$$

$$\phi = K\frac{\cos\theta}{r}$$

$$x = r\cos\theta, \; y = r\sin\theta$$

$$\frac{p_1}{\rho} + \frac{1}{2}(u_1^2 + v_1^2) = \frac{p_2}{\rho} + \frac{1}{2}(u_2^2 + v_2^2)$$

$$\frac{p_1}{\rho} + \frac{1}{2}(v_{r1}^2 + v_{\theta 1}^2) = \frac{p_2}{\rho} + \frac{1}{2}(v_{r2}^2 + v_{\theta 2}^2)$$

$$\delta^* = \int_0^\infty \left(1 - \frac{u}{U}\right) dy \qquad C_L = \frac{F_L}{\frac{1}{2}\rho V^2 A}$$

$$\Theta = \int_0^\infty \frac{u}{U}\left(1 - \frac{u}{U}\right) dy$$

$$\text{Ma} = \frac{V}{c}$$

$$c = \sqrt{kRT}$$

$$T_0 = T + \frac{V^2}{2c_p}$$

$$\frac{P_0}{P} = \left(\frac{T_0}{T}\right)^{k/(k-1)}$$

$$\frac{\rho_0}{\rho} = \left(\frac{T_0}{T}\right)^{1/(k-1)}$$

$$c_p = kR/(k-1)$$

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{1}{2}\rho U^2 A}$$

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

Summary of expressions for laminar and turbulent boundary layers on a smooth flat plate aligned parallel to a uniform stream*

Property	Laminar	(a) Turbulent(†)	(b) Turbulent(‡)
Boundary layer thickness	$\frac{\delta}{x} = \frac{4.91}{\sqrt{Re_x}}$	$\frac{\delta}{x} \cong \frac{0.16}{(Re_x)^{1/7}}$	$\frac{\delta}{x} \cong \frac{0.38}{(Re_x)^{1/5}}$
Displacement thickness	$\frac{\delta^*}{x} = \frac{1.72}{\sqrt{Re_x}}$	$\frac{\delta^*}{x} \cong \frac{0.020}{(Re_x)^{1/7}}$	$\frac{\delta^*}{x} \cong \frac{0.048}{(Re_x)^{1/5}}$
Momentum thickness	$\frac{\theta}{x} = \frac{0.664}{\sqrt{Re_x}}$	$\frac{\theta}{x} \cong \frac{0.016}{(Re_x)^{1/7}}$	$\frac{\theta}{x} \cong \frac{0.037}{(Re_x)^{1/5}}$
Local skin friction coefficient	$C_{f,x} = \frac{0.664}{\sqrt{Re_x}}$	$C_{f,x} \cong \frac{0.027}{(Re_x)^{1/7}}$	$C_{f,x} \cong \frac{0.059}{(Re_x)^{1/5}}$

* Laminar values are exact and are listed to three significant digits, but turbulent values are listed to only two significant digits due to the large uncertainty affiliated with all turbulent flow fields.

† Obtained from one-seventh-power law.

‡ Obtained from one-seventh-power law combined with empirical data for turbulent flow through smooth pipes.