ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

# มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

## คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2557

วันที่ 17 พฤษภาคม 2558 เวลา 13:30-16:30 น.

วิชา 215-342 กลศาสตร์ของไหล 2 ห้อง A305

==========

**คำสั่ง**

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกรุ่น
3. ให้เขียนชื่อ-สกุล และรหัสนักศึกษาลงในข้อสอบ**ทุกหน้า**
4. อนุญาตให้เขียนคำตอบด้านหลังกระดาษ

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้นและพักการเรียน 2 ภาคการศึกษา

| ข้อที่ | คะแนนเต็ม | คะแนนที่ได้ |
|---|---|---|
| 1 | 30 | |
| 2 | 30 | |
| 3 | 20 | |
| 4 | 10 | |
| 5 | 20 | |
| รวม | 110 | |

อาจารย์ ชยุต นันทดุสิต

(ผู้ออกข้อสอบ)

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

ข้อที่ 1. จงตอบคำถามต่อไปนี้ (ข้อละ 3 คะแนน)

1.1 จงอธิบายเกี่ยวกับเงื่อนไขของการไหลแบบ Creeping flow และ Inviscid flow พร้อมทั้งยกตัวอย่างของการไหลทั้งสองที่สามารถพบได้รอบๆตัว

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 Boundary layer คืออะไร มีนิยามในการกำหนดความหนาอย่างไร

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

1.4 จงอธิบายความหมายของการไหลของ Boundary layer ในสภาวะ Favorable และ Adverse pressure gradients และยกตัวอย่างการไหลทั้ง 2 แบบ

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 จงอธิบายเกี่ยวกับ D' Alembert's paradox

1.9 จงอธิบายถึงวิธีการเพิ่มแรงยกของ Airfoil

1.10 Stagnation property คืออะไร

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

ข้อที่ 2. พิจารณาการไหลแบบอุดมคติ 2 มิติ ที่มีการไหลสม่ำเสมอความเร็ว $U_\infty$ ไหลผ่านแท่งทรงกระบอกวางที่จุดกำเนิด (0, 0) ที่กำลังหมุนในทิศทางตามเข็มด้วย Circulation = $-\Gamma$

(ก) การไหลนี้ประกอบด้วยการไหลพื้นฐานอะไรบ้าง

(ข) จงหาฟังก์ชันกระแส (Stream function) ของสนามการไหลนี้ในระบบพิกัด $(r, \theta)$

(ค) จงหาโพเทนเชี่ยวฟังก์ชั่น (Potential function) ของสนามการไหลนี้ในระบบพิกัด $(r, \theta)$

(ง) จงหาสนามความเร็วในระบบพิกัด $(r, \theta)$

(จ) จงหาตำแหน่ง Stagnation point ที่เกิดขึ้นในระบบพิกัด $(r, \theta)$ ถ้าทรงกระบอกนี้มีขนาดรัศมี R

(ฉ) จงอธิบายกลไกการเกิดแรงยกบนแท่งทรงกระบอกนี้ (Magnus effect)

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

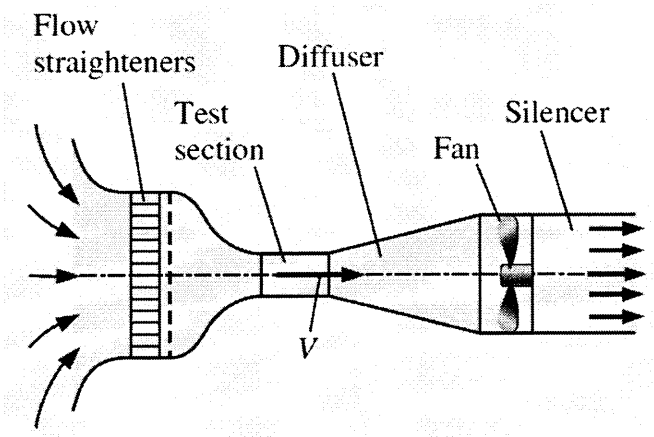
ข้อที่ 3. การไหลในอุโมงค์ลมที่มีส่วนทดสอบ (Test section) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 cm และยาว 30 cm ถ้าหากอากาศที่ไหลเข้าส่วนทดสอบมีความเร็วสม่ำเสมอตลอดหน้าตัดท่อที่ความเร็ว 3.5 m/s กำหนดให้อากาศมีความหนืด $\nu = 1.507 \times 10^{-5}\ \mathrm{m^2/s}$ ความหนาแน่น $\rho = 1.2\ \mathrm{kg/m^3}$

(ก) ที่ทางออกส่วนทดสอบการไหลในชั้นขอบเขตบนผิวท่อเป็นแบบราบเรียบหรือแบบปั่นป่วน

(ข) จงหาความหนาของชั้นขอบเขตบนผิวท่อที่ทางออกส่วนทดสอบ

(ค) ที่ตำแหน่งทางออกส่วนทดสอบอากาศที่ตำแหน่งกลางท่อจะมีความเร็วเท่าใด

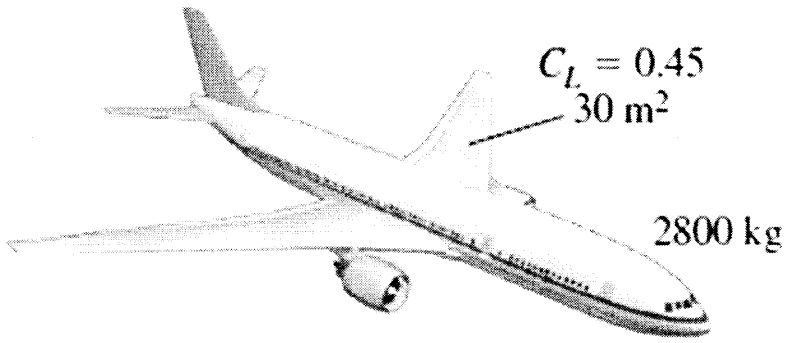
(ง) หากต้องการให้ความเร็วที่ทางออกส่วนทดสอบเท่ากับความเร็วที่ทางเข้าส่วนทดสอบจะต้องออกแบบท่ออย่างไร



ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

ข้อที่ 4. เครื่องบินลำหนึ่งปีกทั้งสองมีพื้นที่รวมทั้งหมด 30 $m^2$ และเครื่องบินมีมวลรวมทั้งหมด 2800 kg ถ้าสัมประสิทธิ์แรงยกของปีกขณะบินขึ้นเท่ากับ 0.45 จงหาความเร็วต่ำสุดของเครื่องบินขณะบินขึ้น กำหนดให้ความหนาแน่นของอากาศ $\rho = 1.2\ \text{kg/m}^3$



ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

ข้อที่ 5. แทงก์แก๊ส $CO_2$ ต่อเข้ากับหัวฉีดแบบ Converging-diverging ถ้าในแทงก์นี้มีความดัน 1400 kPa อุณหภูมิ 200°C และแก๊สไหลผ่านท่อหัวฉีดด้วยอัตราการไหล 3.00 kg/s ที่ทางออกหัวฉีดมีความดัน 200 kPa ถ้าสมมุติให้การไหลอยู่ในสภาวะคงตัว เป็นการไหลแบบ Isentropic 1 มิติ

(ก) จงหา Critical pressure ของหัวฉีดนี้

(ข) จงหาพื้นที่หน้าตัดที่ตำแหน่งคอคอด

(ค) จงหาความเร็วที่ตำแหน่งทางออกหัวฉีด

กำหนดให้ ค่าคงที่ของแก๊ส $CO_2$ มีค่า R=0.1889 kJ/kg K, $c_p$=0.846 kJ/kg K, k=1.289

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

# สมการที่เกี่ยวข้อง

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$c = \sqrt{kRT}$$

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

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

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

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

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

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.