ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วันที่ 30 กรกฎาคม 2554 เวลา 9:00-12:00 น.

วิชา 216-342 กลศาสตร์ของไหล 2 ห้อง R200, S101

==========

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 4 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
2. ไม่อนุญาตให้นำเอกสารและเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบ
3. ให้เขียนชื่อ-สกุล รหัสนักศึกษา และ Section ลงในข้อสอบ**ทุกหน้า**

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้นและพักการเรียนหนึ่งภาคการศึกษา

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	20	
2	15	
3	20	
4	25	
รวม	80	

อาจารย์ กิตตินันท์ มลิวรรณ
อาจารย์ ชยุต นันทดุสิต
(ผู้ออกข้อสอบ)

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

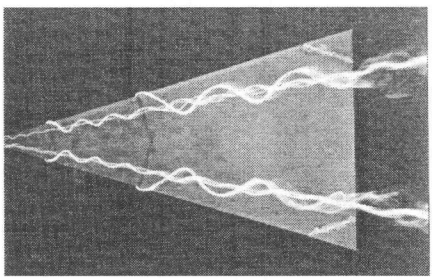
ข้อที่ 1.จงตอบคำถามต่อไปนี้

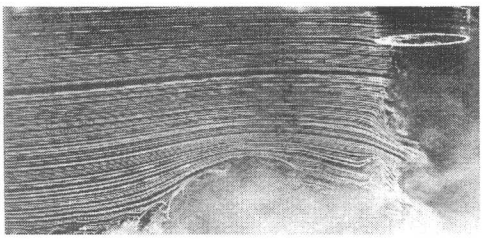
1.1. ในกลศาสตร์ของไหล สามารถแบ่งการวิเคราะห์การไหลได้ 3 วิธี และมีวิธีอะไรบ้าง จงอธิบายแนวคิดของแต่ละวิธีโดยสังเขป

1.2. การไหลสามารถแยกประเภทตามสมมติฐานอะไรบ้างและแต่ละสมมติฐานประกอบไปด้วยอะไรบ้าง (ตอบอย่างน้อย 5 สมมติฐาน พร้อมทั้งชื่อภาษาอังกฤษด้วย)

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

1.3. ในแต่ละรูปแสดงการศึกษาการไหลด้วยวิธีเชิงทัศน์ จงอธิบายเทคนิคการศึกษาการไหลของแต่ละรูป และเส้นการไหลที่เห็นแต่ละรูปเรียกว่าเส้นอะไร

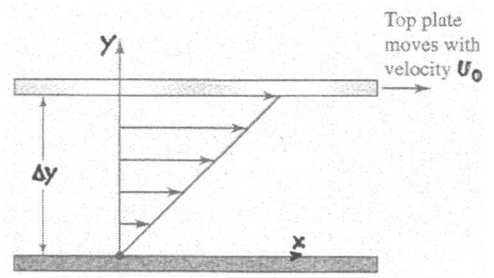




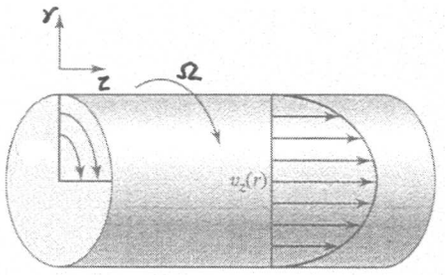
1.4. จงอธิบายนิยามของเส้นแนวกระแส (streamlines) แนววิถี (pathline) และแนวริ้ว (streakline) ทั้งสามเส้นจะเหมือนกันในกรณีใด

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

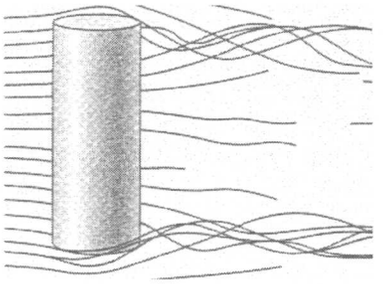
1.5. จงเขียนสมการแสดงส่วนประกอบของเวกเตอร์ความเร็วพร้อมทั้งระบุมิติของปัญหา เช่น **U** = u(x)**i** นั่นคือ v = w = 0 และ u เป็นฟังก์ชันกับ x เท่านั้น เป็นการไหลแบบ 1 มิติ



U = …….**i** + ……..**j** + ……..**k**

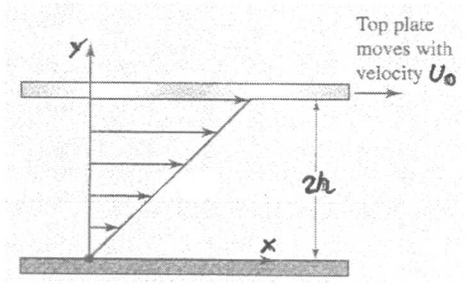


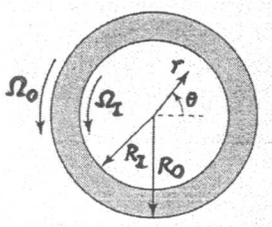
U = ……$\mathbf{e}_r$ +……..$\mathbf{e}_\theta$ +…….$\mathbf{e}_z$



U = …….**i** + ……..**j** + ……..**k**

1.6. จงเขียนเงื่อนไขขอบเขตของการไหลในแต่ละกรณี



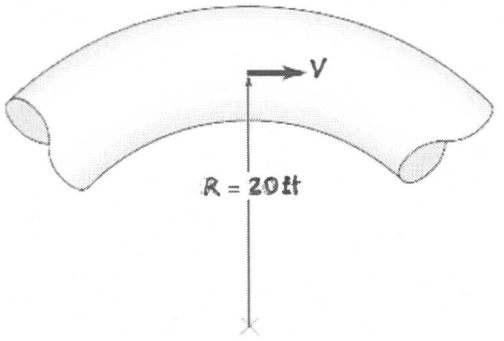


Ω คือความเร็วเชิงมุม

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

ข้อที่ 2 .จงตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 น้ำไหลผ่านท่อดังรูป ด้วยความเร็ว V = 10t ft/s เมื่อ t มีหน่วยเป็นวินาที จงหาความเร่งของน้ำที่ t = 2 s



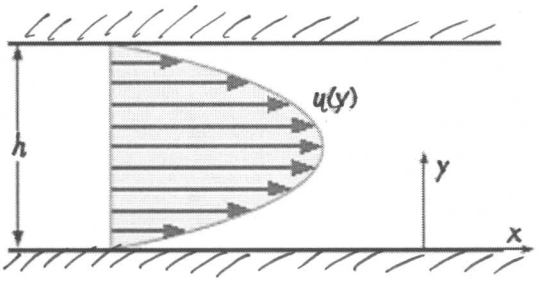
2.2 การไหลที่มีความเร็วและความหนาแน่น ดังต่อไปนี้มีความเป็นไปได้หรือไม่และเพราะอะไร

(ก) $u = Axy^2$, $v = -Ax^2y$, $w = 0$, $\rho = Bxy$ เมื่อ A และ B คือค่าคงที่

(ข) $v_r = U(1 - R_2/r_2)\cos\theta$, $v_\theta = -U(1 + R^2/r^2)\sin\theta$, $v_z = 0$, $\rho = Cz + \rho_0$ เมื่อ U, R, C และ ρ_0 คือค่าคงที่

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

ข้อที่ 3 .พิจารณาการไหล Poiseuille flow แบบ 2 มิติระหว่างแผ่นเรียบที่วางขนานอยู่ห่างกันที่ระยะ h ดังแสดงในรูป



ในกรณีที่เป็นการไหลแบบยุบตัวไม่ได้ที่สภาวะคงตัว ในที่นี้กำหนดให้ μ เป็นความหนืดของของไหล และให้ค่าการเปลี่ยนแปลงความดันตามทิศทางการไหล dP/dx เป็นค่าคงที่และมีค่าติดลบ ไม่คิดผลของความเร่งโน้มถ่วงของโลก

(ก) จงหาสนามความเร็ว

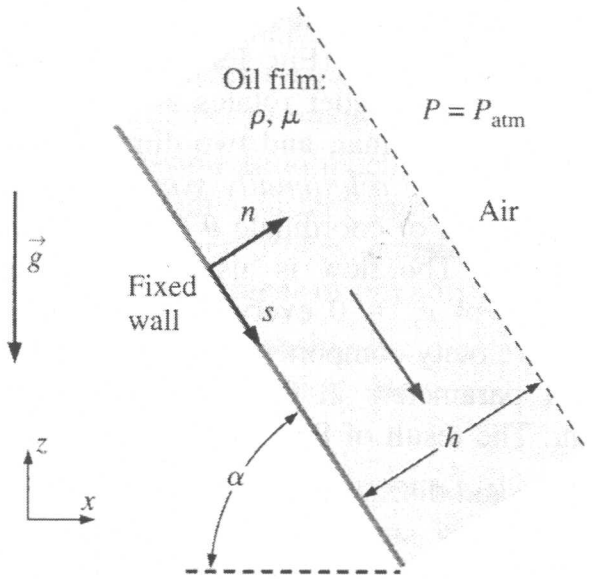
(ข) การไหลเป็นแบบ Rotational หรือแบบ Irrotational และถ้าเป็นแบบ Rotational จงคำนวณ Vorticity ในแนวแกน z และการหมุนของการไหลมีทิศตามเข็มหรือทวนเข็มนาฬิกา

(ค) จงคำนวณ Linear strain rate ในแนวแกน x และแกน y

(ง) จงคำนวณหา Shear strain rate

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

ข้อที่ 4 .น้ำมันไหลช้าๆแบบ 1 มิติ ลงตามผนังเอียง ดังรูป



(ก) จงเขียนสมมติฐานที่ใช้ในการคำนวณ

(ข) จงเขียนเงื่อนไขขอบเขตของการไหล

(ค) จงหาสมการความดันในแนวแกน n

(ง) จงหาความเร็วตามแกน s โดยใช้สมการความต่อเนื่อง และสมการนาเวียร์-สโตกส์

(จ) จงหาอัตราการไหลเชิงปริมาตรต่อหนึ่งหน่วยความลึก

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

สมการพื้นฐาน

ความเร่ง

$$a_x = \left(V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_x}{\partial y} + V_z \frac{\partial V_x}{\partial z} \right) + \frac{\partial V_x}{\partial t}$$

$$a_y = \left(V_x \frac{\partial V_y}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_y}{\partial y} + V_z \frac{\partial V_y}{\partial z} \right) + \frac{\partial V_y}{\partial t}$$

$$a_z = \left(V_x \frac{\partial V_z}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_z}{\partial y} + V_z \frac{\partial V_z}{\partial z} \right) + \frac{\partial V_z}{\partial t}$$

ความเร็วเชิงมุม

$$\boldsymbol{\omega} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial V_z}{\partial y} - \frac{\partial V_y}{\partial z} \right)\mathbf{i} + \frac{1}{2}\left(\frac{\partial V_x}{\partial z} - \frac{\partial V_z}{\partial x} \right)\mathbf{j} + \frac{1}{2}\left(\frac{\partial V_y}{\partial x} - \frac{\partial V_x}{\partial y} \right)\mathbf{k}$$

Linear strain rate

$$\varepsilon_{xx} = \frac{\partial u}{\partial x}, \varepsilon_{yy} = \frac{\partial v}{\partial y}, \varepsilon_{zz} = \frac{\partial w}{\partial z}$$

Shear strain rate

$$\varepsilon_{xy} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right), \varepsilon_{zx} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right), \varepsilon_{yz} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right)$$

สมการต่อเนื่อง

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho u) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho w) = 0$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{1}{r}(r \rho V_r) + \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial \theta}(\rho V_\theta) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho V_z) = 0$$

ชื่อ-สกุล_____รหัส_____Section_____

สมการนาเวียร์-สโตกส์

$$x\text{-component:}\quad \rho g_x - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right) = \rho\left(\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + w\frac{\partial u}{\partial z}\right)$$

$$y\text{-component:}\quad \rho g_y - \frac{\partial p}{\partial y} + \mu\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2}\right) = \rho\left(\frac{\partial v}{\partial t} + u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} + w\frac{\partial v}{\partial z}\right)$$

$$z\text{-component:}\quad \rho g_z - \frac{\partial p}{\partial z} + \mu\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2}\right) = \rho\left(\frac{\partial w}{\partial t} + u\frac{\partial w}{\partial x} + v\frac{\partial w}{\partial y} + w\frac{\partial w}{\partial z}\right)$$

r-component :

$$\rho g_r - \frac{\partial p}{\partial r} + \mu\left[\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(r\frac{\partial V_r}{\partial}) - \frac{V_r}{r^2} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial V_r}{\partial \theta^2} - \frac{2}{r^2}\frac{\partial V_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial^2 V_r}{\partial Z^2}\right]$$

$$= \rho\left(\frac{\partial V_r}{\partial t} + V_r\frac{\partial V_r}{\partial r} + \frac{V_\theta}{r}\frac{\partial V_r}{\partial \theta} - \frac{V_\theta^2}{r} + V_z\frac{\partial V_r}{\partial z}\right)$$

θ -component :

$$\rho g_r - \frac{1}{r}\frac{\partial p}{\partial \theta} + \mu\left[\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(r\frac{\partial V_\theta}{\partial r}) - \frac{V_\theta}{r^2} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 V_\theta}{\partial \theta^2} + \frac{2}{r^2}\frac{\partial V_r}{\partial \theta} + \frac{\partial^2 V_\theta}{\partial z^2}\right]$$

$$= \rho\left(\frac{\partial V_\theta}{\partial t} + V_r\frac{\partial V_\theta}{\partial r} + \frac{V_\theta}{r}\frac{\partial V_\theta}{\partial 0} - \frac{V_r V_\theta}{r} + V_z\frac{\partial V_\theta}{\partial z}\right)$$

z-component :

$$\rho g_z - \frac{\partial p}{\partial z} + \mu\left[\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(r\frac{\partial V_z}{\partial r}) + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 V_z}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 V_z}{\partial z^2}\right]$$

$$= \rho\left(\frac{\partial V_z}{\partial t} + V_r\frac{\partial V_z}{\partial r} + \frac{V_\theta}{r}\frac{\partial V_z}{\partial \theta} + V_z\frac{\partial V_z}{\partial z}\right)$$