ชื่อ ..... สกุล.....

รหัส.....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2548

วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 เวลา 13:30-16:30 น.

วิชา 220-341 กลศาสตร์ของไหล 2 ห้องสอบ R300

คำชี้แจง

1. ให้เขียน "ชื่อ-สกุล" และ "รหัส" ที่หัวกระดาษด้านขวามือที่หน้าแรกและเขียน "รหัส" ที่หัวกระดาษทุกหน้าที่เหลือ
2. ข้อสอบมีทั้งหมด 11 ข้อ รวม 110 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
3. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้ทุกรุ่น
4. ข้อสอบมี 13 หน้า ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
5. ห้ามนำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ ทุจริตจะได้เกรด E ทุกกรณี
6. ห้ามหยิบหรือยืมสิ่งของใดๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ
7. ถ้าพิจารณาเห็นว่าค่าตัวแปรหรือสมมุติฐานที่โจทย์กำหนดให้ยังไม่เพียงพอต่อการคำนวณ ให้นักศึกษากำหนดขึ้นมาเองตามหลักการที่เหมาะสม พร้อมทั้งเขียนค่าตัวแปรหรือสมมุติฐานลงในคำตอบด้วย

ตารางแสดงคะแนนการสอบปลายภาค

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	10	
2	10	
3	10	
4	10	
5	10	
6	10	
7	10	
8	10	
9	10	
10	10	
11	10	
รวม	110	

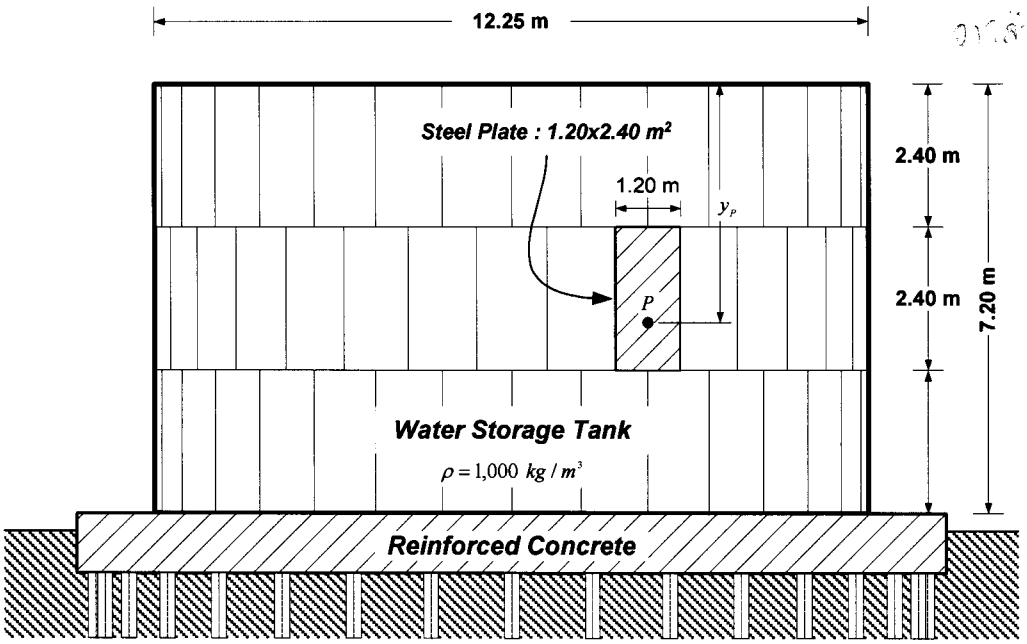
ผู้ออกข้อสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์พยอม รัตนมณี
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

รหัส.....

ข้อที่ 1 (10 คะแนน) ถังเก็บน้ำเพื่อใช้ในโรงงานแห่งหนึ่ง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.25 m สูง 7.20 m ดังแสดงในรูป ถังดังกล่าวประกอบขึ้นจากการนำแผ่นเหล็กขนาด 1.20x2.40 m^2 มาเชื่อมแผ่นกันเป็นรูปทรงกระบอก ถ้าถังดังกล่าวบรรจุน้ำอยู่เต็ม จงคำนวณหา

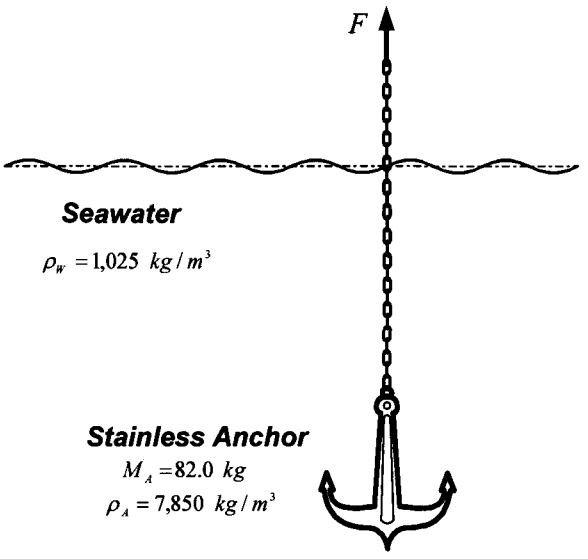
(ก) ขนาดของแรงดันน้ำที่กระทำต่อแผ่นโลหะที่แรเงา

(ข) ระยะ y_p ซึ่งเป็นระยะจากขอบถังถึงจุดศูนย์กลางแรงที่กระทำต่อแผ่นโลหะที่แรเงา



วิธีทำ

ข้อที่ 2 (10 คะแนน) ค่อยๆ ดึงสมอเรือ ($\rho_A = 7{,}850$ kg/m^3) ลงในทะเล ($\rho_W = 1{,}025$ kg/m^3) ถ้ามวลของสมอเท่ากับ 82.0 kg จงคำนวณหาขนาดของแรงที่ต้องใช้ในการดึงสมอเรือ



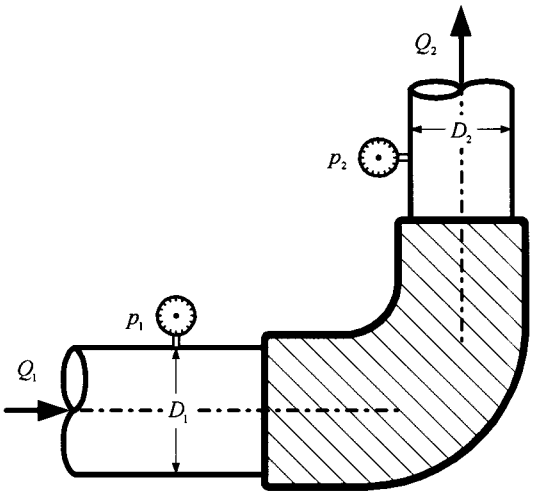
วิธีทำ

รหัส.....

ข้อที่ 3 (10 คะแนน) น้ำ ($\rho = 1{,}000$ kg/m^3) ไหลจากท่อใหญ่ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง (D_1) 600 mm ด้วยอัตราการไหล (Q_1) 1.20 m^3/s ผ่านข้อต่อโค้งมุมฉากแล้วไหลเข้าสู่ท่อเล็ก ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง (D_2) 400 mm ดังแสดงในรูป ถ้าวัดค่าความดันก่อนน้ำไหลเข้าสู่ข้อต่อ (p_1) ได้ 100 kPa จงหา

(ก) ความดัน p_2

(ข) ขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อข้อต่อ

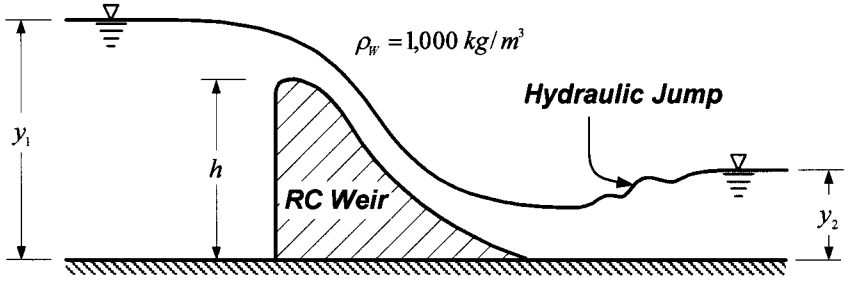


วิธีทำ

ข้อที่ 4 (10 คะแนน) น้ำ ($\rho_w = 1{,}000$ kg/m^3) ไหลในอัตราการไหล (Q_1) ขนาด 5 m^3/s/m ล้นข้ามฝายคอนกรีตซึ่งมีความสูง (h) เท่ากับ 4 m ถ้าความลึกของน้ำด้านหน้า (y_1) และด้านหลัง (y_2) ฝายเท่ากับ 5 และ 1.25 m ตามลำดับ จงคำนวณหา

(ก) แรงในแนวราบที่น้ำกระทำต่อฝาย

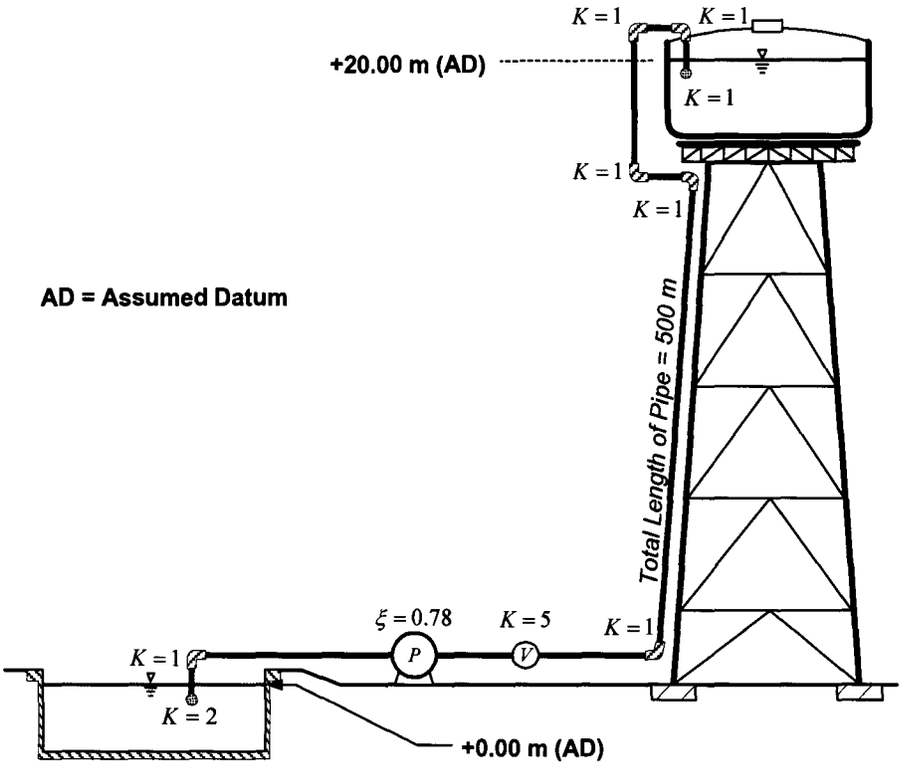
(ข) การสูญเสียเฮดเนื่องจากการไหลข้ามฝาย



วิธีทำ

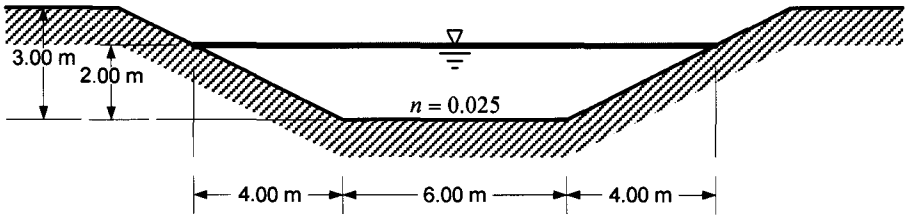
รหัส.....

ข้อที่ 5 (10 คะแนน) ต้องการสูบน้ำ (ρ = 1,000 kg/m^3, ν = 1.00x10^{-6} m^2/s) จากคลองขึ้นสู่หอถังสูงด้วยอัตรา 60 l/s โดยใช้เครื่องสูบน้ำที่มีประสิทธิภาพ (ξ) 78% โดยใช้ท่อเหล็กเหนียว ($f = 0.014$) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 mm ความยาวรวม 500 m ถ้ากำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียรอง (Coefficient of Minor Head Loss) ที่จุดต่างๆ เป็นดังรูป จงหากำลังของเครื่องสูบน้ำ



วิธีทำ

ข้อที่ 6 (10 คะแนน) จงคำนวณหาอัตราการไหลในคลองส่งน้ำ ซึ่งมีหน้าตัดดังแสดงในรูป กำหนดให้ความลาดชันท้องน้ำ (S_0) เท่ากับ 0.0004 และค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง "n" เท่ากับ 0.025



วิธีทำ

ข้อที่ 7 (10 คะแนน) กำหนดให้ฟังก์ชั่นการไหล (Stream Function : ψ) บรรยายด้วยสมการ $\psi = 2xy$ จงหา

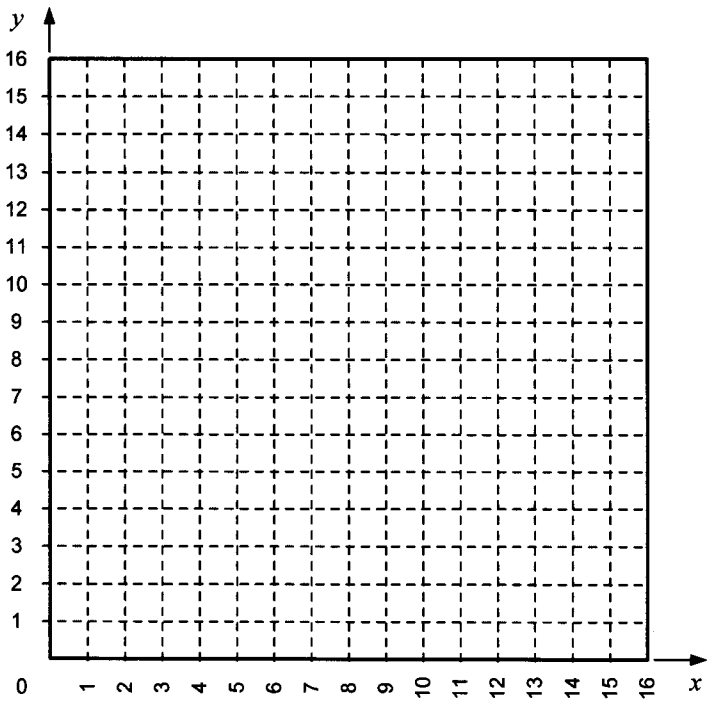
(ก) ความเร็วในแนวแกน x (u)

(ข) ความเร่งในแนวแกน x (a_x)

(ค) ฟังก์ชั่นศักยภาพการไหล (Velocity Potential Function : ϕ)

(ง) จงเขียนพล็อตเส้นการไหลที่ $\psi_0 = 0$, $\psi_1 = 10$, $\psi_2 = 20$ และ $\psi_3 = 30$ ลงในกราฟที่กำหนดให้

วิธีทำ

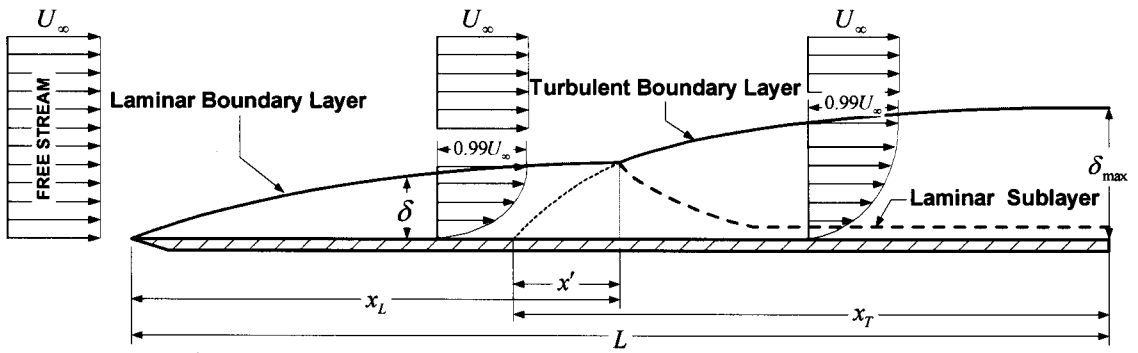


ข้อที่ 8 (10 คะแนน) เมื่อของไหลไหลเข้าสู่บริเวณชั้นขอบผิว (Boundary Layer Region) ก็จะมีการพัฒนาการเป็นช่วงๆ ดังแสดงในรูป โดยในช่วงแรกจะเข้าสู่ช่วงการไหลชั้นขอบผิวราบเรียบ (Laminar Boundary Layer) เป็นระยะ x_L จนกระทั่งค่าเรย์โนลด์มากถึงวิกฤติ (Critical Reynolds Number : R_{ecrit}) สภาพการไหลจะเริ่มเปลี่ยนเป็นการไหลแบบชั้นขอบผิวปั่นป่วน (Turbulent Boundary Layer) โดยใช้ระยะทางในการเปลี่ยนแปลงการไหลเท่ากับ x' ซึ่งมีความสัมพันธ์ว่า

$$x'^{4/5} = \frac{\delta}{0.38}\left(\frac{U_\infty}{\nu}\right)^{1/5}$$

และพบว่าค่า δ ที่ตำแหน่ง x ต่าง ๆ ของการไหลแบบชั้นขอบผิวปั่นป่วน สามารถหาได้จาก

$$\delta = 0.38xR_e^{-1/5}$$



ถ้าอากาศที่อุณหภูมิ 20 °C (ρ = 1.20 kg/m^3, ν = 1.60x10^{-5} m^2/s) ไหลผ่านวัสดุแผ่นบางเรียบยาว (L) 2.40 m และมีความกว้าง (W) 1.20 m โดยอากาศมีความเร็ว 5.00 m/s จงคำนวณหา

(ก) ความหนาสูงสุดของชั้นการไหลที่ปลายของแผ่นเรียบ (δ_{max})

(ข) แรงฉุด (Drag Force) ที่กระทำต่อแผ่นเรียบ กำหนดให้ $C_f = 0.074R_{eL}^{-1/5} - 1700R_{eL}^{-1}$

วิธีทำ

ข้อที่ 9 (10 คะแนน) ถ้าสมมุติว่าการกระจายความเร็วเมื่อของไหลไหลเข้าสู่บริเวณชั้นขอบผิวแบบราบเรียบ (Laminar Boundary Layer) มีการกระจายเป็นสมการเส้นโค้งพาราโบล่า (Parabolic Velocity Profile) ตามรูปแบบ

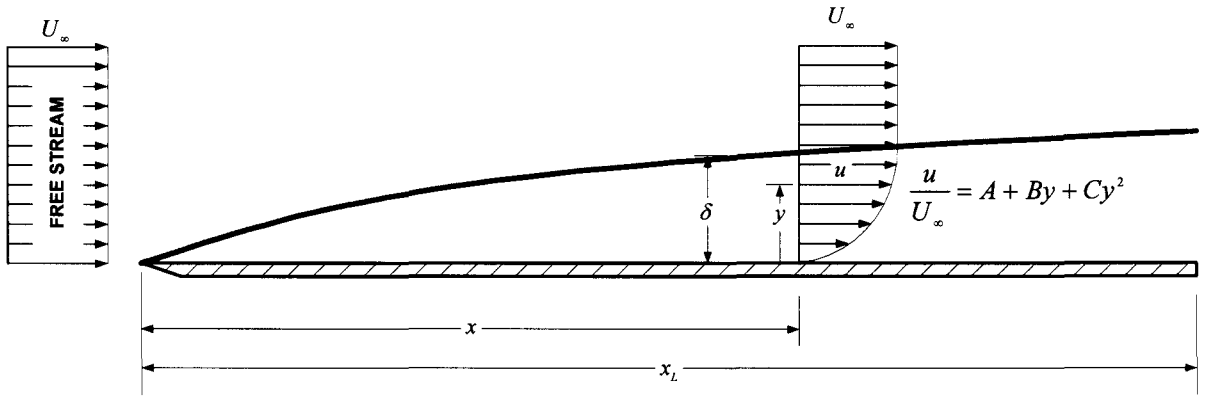
$$\frac{u}{U_\infty} = A + By + Cy^2$$

(ก) จงใช้เงื่อนไขขอบเขต (Boundary Conditions) แล้วหาค่าคงที่ A, B และ C

(ข) จากสมการของ Von Karman พบว่าหน่วยแรงเฉือนที่ผนัง (τ_0) ที่ระยะ x ใดๆ หาได้จาก

$$\tau_0 = \frac{d}{dx}\int_0^\delta \rho u(U_\infty - u)dy$$

จงหาหน่วยแรงเฉือนที่ผนัง ในพจน์ของ ρ , U_∞ และ $\frac{d\delta}{dx}$



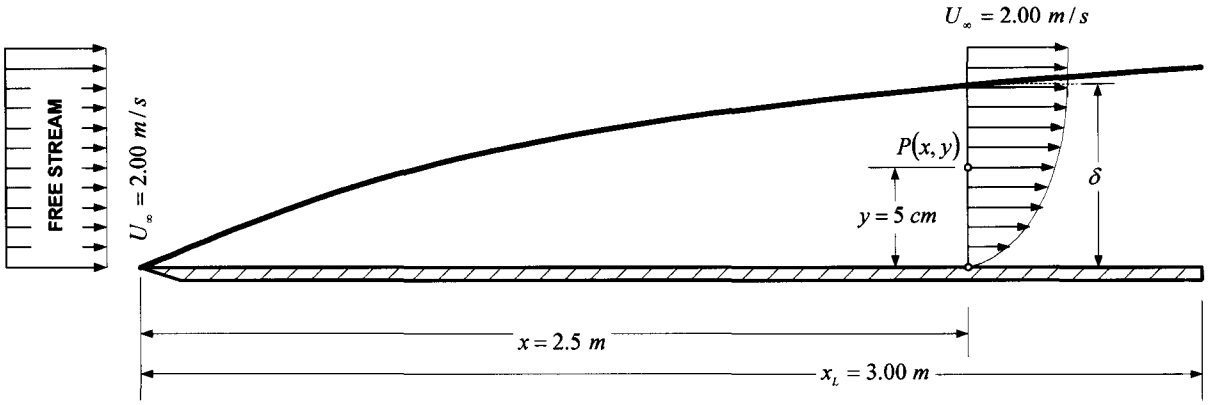
วิธีทำ

ข้อที่ 10 (10 คะแนน) ของเหลวชนิดหนึ่ง (ρ = 782 kg/m^3, μ = 0.25 Pa.s) ไหลด้วยกระแสอิสระ (Free Stream) เท่ากับ 2.00 m/s ผ่านวัสดุแผ่นบางเรียบ ซึ่งมีความยาว (L) 3.00 m มีความกว้าง (W) 1.50 m จงประยุกต์คำตอบของ Blasius สำหรับการไหลบริเวณชั้นขอบผิวแบบราบเรียบ (ดูค่าจากตารางหน้าที่ 12) ถ้ากำหนดให้จุด $P(x,y)$ เป็นจุดซึ่งอยู่ห่างจากปลายแผ่นเรียบเป็นระยะ 2.50 m และอยู่เหนือผิวเรียบเป็นระยะ 5 cm ดังแสดงในรูป จงคำนวณหา

(ก) ความเร็วในแนวราบ (u) ที่จุด P

(ข) ความเร็วในแนวดิ่ง (v) ที่จุด P

(ค) หน่วยแรงเฉือน (τ) ที่จุด P



วิธีทำ

รหัส.....

ตารางแสดงคำตอบของ Blasius สำหรับการไหลภายในชั้นขอบผิวแบบราบเรียบ

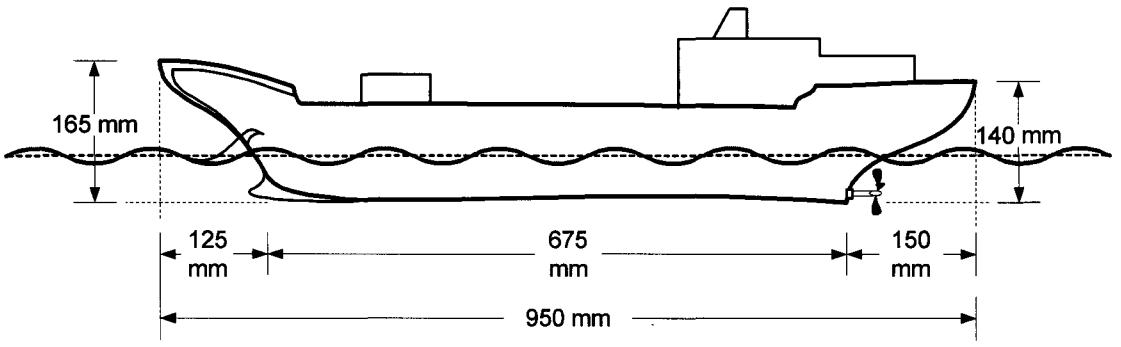
$\eta = y\sqrt{\frac{U_\infty}{\nu x}}$	f	$f' = \frac{u}{U_\infty}$	f''	$\frac{1}{2}(\eta f' - f)$
0.0	**0.0000**	**0.0000**	**0.3321**	**0.0000**
0.2	0.0066	0.0664	0.3320	0.0033
0.4	0.0266	0.1328	0.3315	0.0133
0.6	0.0597	0.1989	0.3301	0.0298
0.8	0.1061	0.2647	0.3274	0.0528
1.0	**0.1656**	**0.3298**	**0.3230**	**0.0821**
1.2	0.2380	0.3938	0.3166	0.1173
1.4	0.3230	0.4563	0.3079	0.1579
1.6	0.4203	0.5168	0.2967	0.2033
1.8	0.5295	0.5748	0.2829	0.2525
2.0	**0.6500**	**0.6298**	**0.2668**	**0.3048**
2.2	0.7812	0.6813	0.2484	0.3589
2.4	0.9223	0.7290	0.2281	0.4136
2.6	1.0725	0.7725	0.2065	0.4679
2.8	1.2310	0.8115	0.1840	0.5206
3.0	**1.3968**	**0.8461**	**0.1614**	**0.5707**
3.2	1.5691	0.8761	0.1391	0.6172
3.4	1.7470	0.9018	0.1179	0.6595
3.6	1.9295	0.9233	0.0981	0.6972
3.8	2.1161	0.9411	0.0801	0.7301
4.0	**2.3058**	**0.9555**	**0.0642**	**0.7582**
4.2	2.4981	0.9670	0.0505	0.7816
4.4	2.6924	0.9759	0.0390	0.8007
4.6	2.8883	0.9827	0.0295	0.8161
4.8	3.0853	0.9878	0.0219	0.8280
5.0	**3.2833**	**0.9916**	**0.0159**	**0.8372**
5.2	3.4819	0.9943	0.0113	0.8441
5.4	3.6809	0.9962	0.0079	0.8492
5.6	3.8803	0.9975	0.0054	0.8528
5.8	4.0799	0.9984	0.0037	0.8554
6.0	**4.2796**	**0.9990**	**0.0024**	**0.8571**
7.0	**5.2793**	**0.9999**	**0.0002**	**0.8601**
8.0	**6.2792**	**1.0000**	**0.0000**	**0.8604**
8.8	7.0792	1.0000	0.0000	0.8604

 รหัส.....

ข้อที่ 11 (10 คะแนน) แบบจำลองเรือ (Model Ship) ถูกสร้างขึ้นในมาตราส่วน 1:50 เพื่อทดลองหาแรงฉุด ถ้าพบว่าที่ระดับความเร็วทดลอง (V_m) เท่ากับ 2.4 m/s ทำการตรวจวัดแรงฉุด (F_m) ได้เท่ากับ 46 N

(ก) จงคำนวณหาความเร็วของเรือต้นแบบ (V_p) ที่สอดคล้องกับการทดลองนี้

(ข) จงคำนวณหาแรงฉุดที่กระทำต่อเรือต้นแบบ (V_p) ในสภาวะที่สอดคล้องกับการทดลองนี้ กำหนดให้ของเหลวในเรือจำลองและเรือต้นแบบเป็น "น้ำ" และไม่คิดผลจากความหนืด



Ship Model

วิธีทำ