ชื่อ ..... สกุล.....

รหัส.....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2548

วันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 เวลา 13:30-16:30 น.

วิชา 221-241 กลศาสตร์ของไหล (Fluids Mechanics) 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. ถ้าพิจารณาเห็นว่าค่าตัวแปรหรือสมมุติฐานที่โจทย์กำหนดให้มาไม่เพียงพอต่อการคำนวณ ให้กำหนดขึ้นมาเอง ตามหลักการที่เหมาะสม พร้อมทั้งเขียนค่าตัวแปรหรือสมมุติฐานนั้นลงในคำตอบด้วย

ตารางแสดงคะแนนการสอบปลายภาค

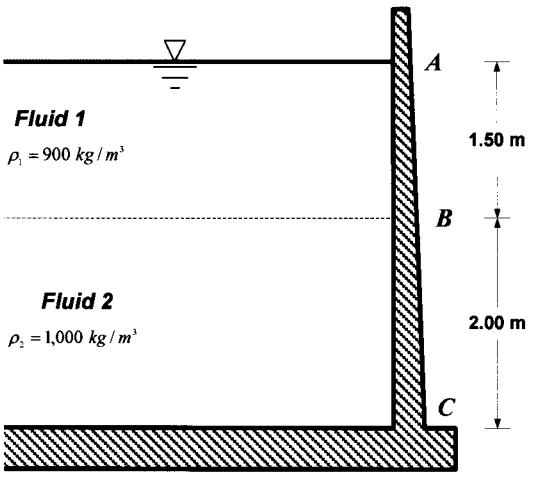
ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	10	
2	10	
3	10	
4	10	
5	10	
6	10	
7	10	
8	10	
9	10	
10	10	
11	10	
รวม	110	

ผู้ออกข้อสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์พยอม รัตนมณี
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ข้อที่ 1 (10 คะแนน) ถังรูปทรงสี่เหลี่ยมบรรจุของเหลว 2 ชนิด ซึ่งมีการแยกชั้นกันดังรูป โดยของเหลวชั้นบนมีความหนาแน่น (ρ_1) เท่ากับ 900 kg/m^3 และของเหลวชั้นล่างมีความหนาแน่น (ρ_2) 1,000 kg/m^3 จงคำนวณหา

(ก) ขนาดของแรงดันรวมที่กระทำต่อผนัง ABC

(ข) โมเมนต์ที่กระทำต่อผนังที่ฐาน C



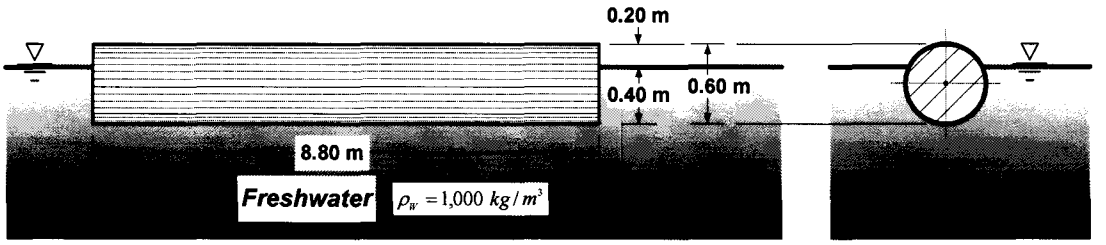
วิธีทำ

รหัส.....

ข้อที่ 2 (10 คะแนน) ท่อนซุงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.60 m ยาว 8.80 m ลอยในน้ำ ($\rho_w = 1{,}000$ kg/m^3) โดยมีส่วนโผล่เหนือผิวน้ำ 0.20 m จงคำนวณหา

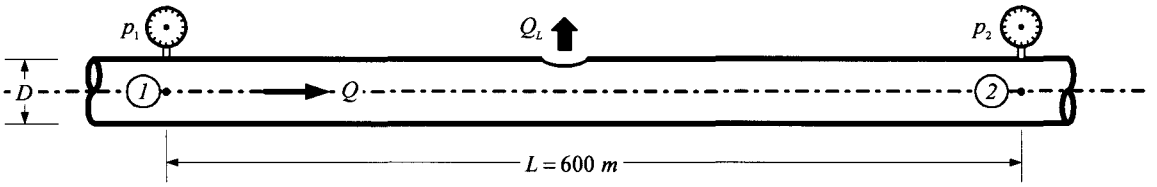
(ก) มวลของท่อนซุง

(ข) ความหนาแน่นของท่อนซุง



วิธีทำ

ข้อที่ 3 (10 คะแนน) ส่งน้ำ ($\rho_w = 1{,}000$ kg/m^3) ด้วยท่อพีวีซี (PCV Pipe) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (D) 400 mm ยาว 600 m ด้วยอัตราการไหล (Q) 0.25 m^3/s โดยมีจุดตรวจวัดความดันที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ดังแสดงในรูป ถ้าพบว่าท่อมีรูรั่วทำให้เกิดการสูญเสียน้ำในอัตรา Q_L ในขณะที่อ่านค่าความดัน p_1 และ p_2 ได้ 100 และ 66.38 kPa ทั้งนี้กำหนดให้การสูญเสียเฮดระหว่างจุดที่ 1 กับ 2 เท่ากับ 3.50 m จงหาค่า Q_L

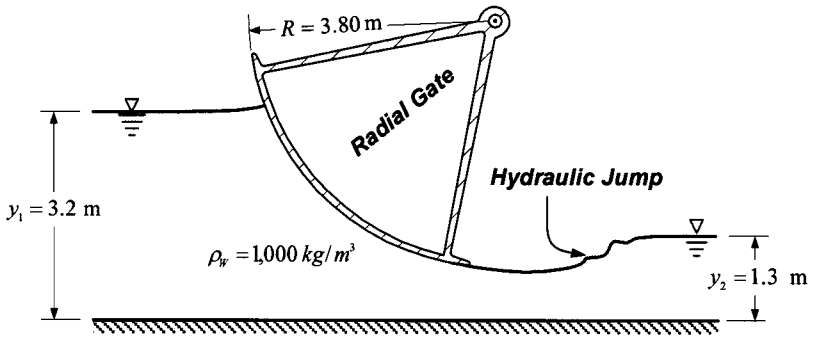


วิธีทำ

ข้อที่ 4 (10 คะแนน) น้ำ ($\rho_w = 1{,}000$ kg/m^3) ไหลในอัตราการไหล (Q_1) ขนาด 6.4 m^3/s/m ลอดประตูโค้งดังแสดงในรูป ถ้ากำหนดให้ความลึกของน้ำด้านหน้า (y_1) และด้านหลัง (y_2) ฝายเท่ากับ 3.2 และ 1.30 m ตามลำดับ จงคำนวณหา

(ก) แรงในแนวราบที่น้ำกระทำต่อฝาย

(ข) การสูญเสียเฮดเนื่องจากการไหลข้ามฝาย



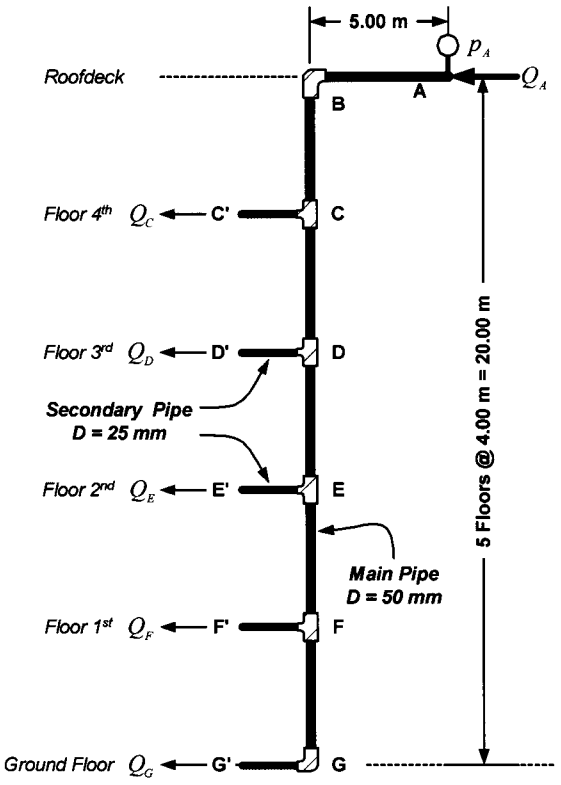
วิธีทำ

รหัส.....

ข้อที่ 5 (10 คะแนน) จ่ายน้ำ (ρ = 1,000 kg/m^3, ν = 1.00x10^{-6} m^2/s) จากถังเก็บ (Storage Tank) บนชั้นดาดฟ้าของอาคาร ซึ่งวัดความดัน p_A ได้ 30 kPa ผ่านท่อหลัก (Main Pipe) แล้วกระจายเข้าสู่อาคารชั้นต่างๆ โดยใช้ท่อรอง (Secondary Pipe) ดังแสดงในรูป โดยอัตราการใช้น้ำ Q_C, Q_D, Q_E, Q_F และ Q_G เท่ากับ 50, 60, 60, 60 และ 70 LPM ตามลำดับ ถ้ากำหนดให้ $f = 0.012$ และไม่คิดการสูญเสียเฮดรอง (Minor Head Loss) จงคำนวณหา

(ก) ความดันในท่อหลักก่อนน้ำไหลเข้าสู่ข้อต่อ E

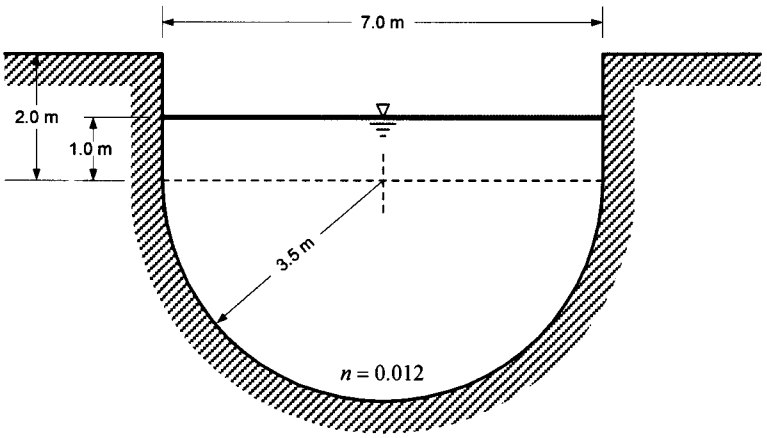
(ข) ความดันเมื่อน้ำเริ่มไหลเข้าสู่ท่อรองในอาคารชั้น 1 (ที่จุด E')



วิธีทำ

รหัส.....

ข้อที่ 6 (10 คะแนน) จงคำนวณหาอัตราการไหลในคลองระบายน้ำซึ่งมีหน้าตัดดังแสดงในรูป กำหนดให้ความลาดชันท้องน้ำ (S_0) เท่ากับ 0.0001 และค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง "n" เท่ากับ 0.012



วิธีทำ

ข้อที่ 7 (10 คะแนน) กำหนดให้ฟังก์ชั่นศักยภาพการไหล (Velocity Potential Function : ϕ) บรรยายด้วยสมการ $\phi = x^2 - y^2$ จงหา

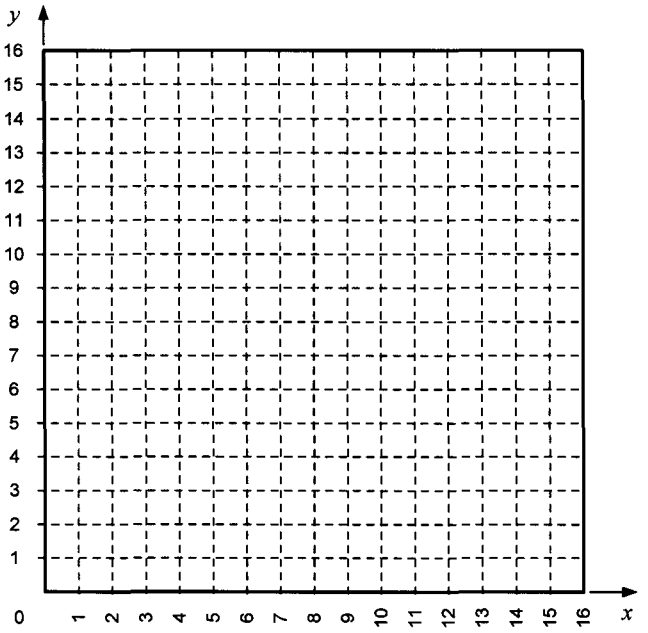
(ก) ความเร็วในแนวแกน x (u)

(ข) ความเร่งในแนวแกน x (a_x)

(ค) ฟังก์ชั่นการไหล (Stream Function : ψ)

(ง) จงเขียนพล็อตเส้นการไหลที่ $\phi_0 = 0$, $\phi_1 = 10$, $\phi_2 = 20$ และ $\phi_3 = 30$ ลงในกราฟที่กำหนดให้

วิธีทำ

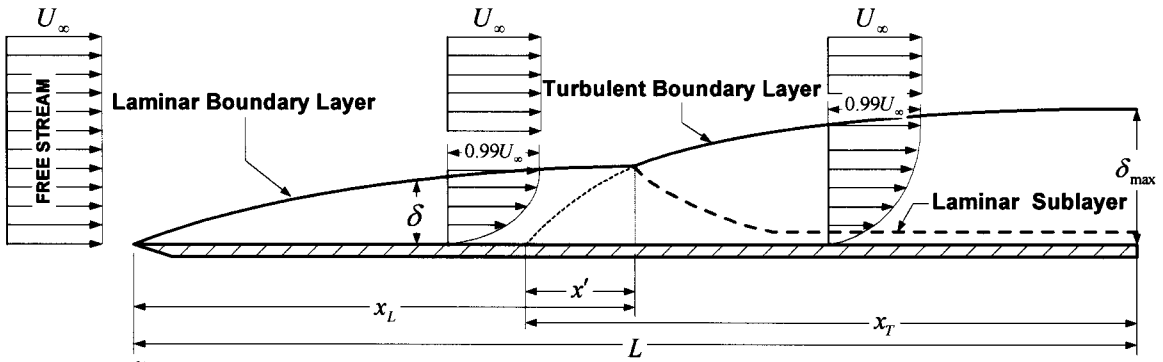


ข้อที่ 8 (10 คะแนน) เมื่อของไหลไหลเข้าสู่บริเวณชั้นขอบผิว (Boundary Layer Region) ก็จะมีการพัฒนาการเป็นช่วงๆ ดังแสดงในรูป โดยในช่วงแรกจะเข้าสู่ช่วงการไหลชั้นขอบผิวราบเรียบ (Laminar Boundary Layer) เป็นระยะ x_L จนกระทั่งค่าเรย์โนลด์มากถึงวิกฤติ (Critical Reynolds Number : R_{ecrit}) สภาพการไหลจะเริ่มเปลี่ยนเป็นการไหลแบบชั้นขอบผิวปั่นป่วน (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 ต่างๆ ของการไหลแบบชั้นขอบผิวปั่นป่วน สามารถหาได้จาก

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



ถ้าน้ำ (ρ_W = 1,000 kg/m^3, ν = 1x10^{-6} m^2/s) ไหลผ่านวัสดุแผ่นบางเรียบยาว (L) 3.00 m และมีความกว้าง (W) 1.50 m โดยน้ำมีกระแสอิสระ (U_∞) เท่ากับ 0.4 m/s จงคำนวณหา

(ก) ความหนาสูงสุดของชั้นการไหลที่ปลายของแผ่นเรียบ

(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

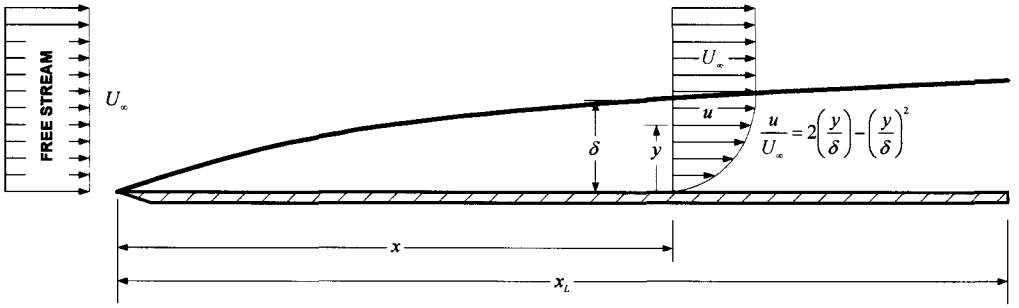
$$\frac{u}{U_\infty} = 2\left(\frac{y}{\delta}\right) - \left(\frac{y}{\delta}\right)^2 \qquad (1)$$

จากสมการของ Von Karman พบว่าหน่วยแรงเฉือนที่ผนัง (τ_0) ที่ระยะ x ใดๆ หาได้จาก

$$\tau_0 = \frac{d}{dx}\int_0^\delta \rho u(U_\infty - u)dy \qquad (2)$$

(ก) จงหาหน่วยแรงเฉือนที่ผนัง (τ_0) ในพจน์ของ ρ, U_∞ และ $\frac{d\delta}{dx}$

(ข) จงหาพิสูจน์หาความหนาของชั้นการไหล (δ) ในพจน์ของ μ, ρ, U_∞ และ x

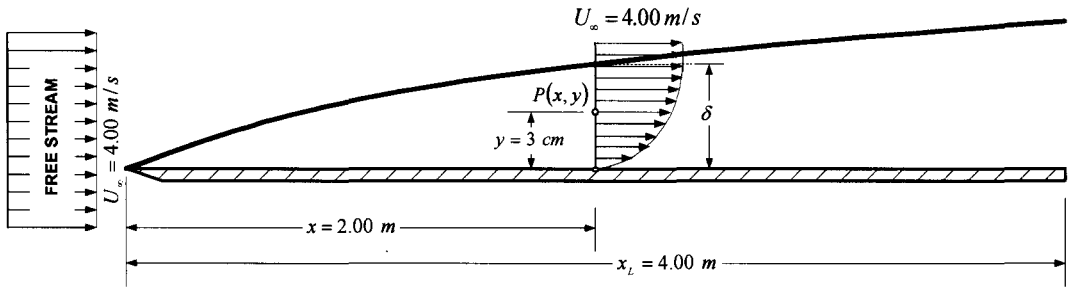


วิธีทำ

ข้อที่ 10 (10 คะแนน) ของเหลวชนิดหนึ่ง (ρ = 850 kg/m^3, μ = 0.170 Pa.s) ไหลด้วยกระแสอิสระ (Free Stream) เท่ากับ 4 m/s ผ่านวัสดุแผ่นบางเรียบ ซึ่งมีความยาว (L) 4 m มีความกว้าง (W) 2 m จงประยุกต์คำตอบของ Blasius สำหรับการไหลบริเวณชั้นขอบผิวแบบราบเรียบ (ดูค่าจากตารางหน้าที่ 12) ถ้ากำหนดให้จุด $P(x,y)$ เป็นจุดซึ่งอยู่ห่างจากปลายแผ่นเรียบเป็นระยะ 2 m และอยู่เหนือผิวเรียบเป็นระยะ 3 cm ดังแสดงในรูป จงคำนวณหา

(ก) ความเร็วในแนวราบ (u) ที่จุด P

(ข) ความเร็วในแนวดิ่ง (v) ที่จุด P



วิธีทำ

รหัส.....

ตารางแสดงคำตอบของ Blasius สำหรับการไหลภายในชั้นขอบผิวแบบราบเรียบ

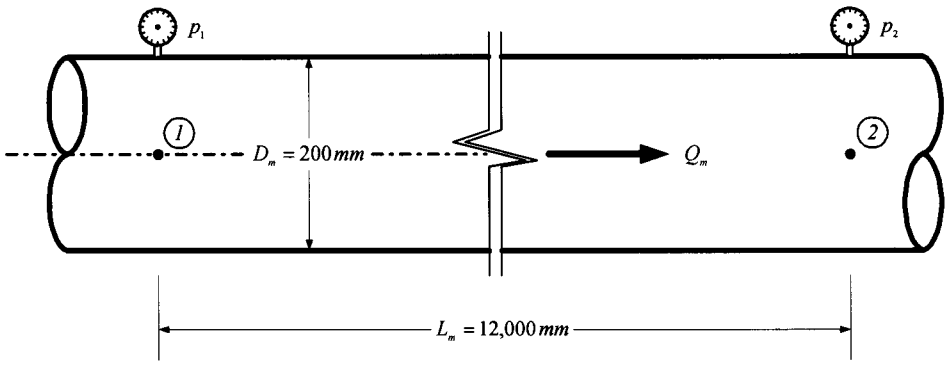
$\eta = y\sqrt{\frac{U_\infty}{\nu x}}$	f	$f' = \frac{u}{U_\infty}$	f''	$\frac{1}{2}(\eta f' - f)$
0.0	**0.0000**	**0.0000**	**0.3321**	**0.0000**
0.2	0.0066	0.0664	0.3320	0.0033
0.4	0.0266	0.1328	0.3315	0.0133
0.6	0.0597	0.1989	0.3301	0.0298
0.8	0.1061	0.2647	0.3274	0.0528
1.0	**0.1656**	**0.3298**	**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

ข้อที่ 11 (10 คะแนน) แบบจำลองท่อลมมีขนาดดังแสดงในรูป ถูกสร้างขึ้นในมาตราส่วน 1:20 โดยใช้น้ำ (ρ_W = 1,000 kg/m^3, μ_W = 1.00x10^{-3} Pa.s) ในการทดสอบเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงความดันในท่อ ได้ทดสอบที่ความเร็ว (V_m) 1.2 m/s พบว่าตรวจวัดผลต่างของความดัน ($\Delta p_m = p_1 - p_2$) ได้ 100 kPa ถ้ากำหนดให้ในสภาวะใช้งาน อากาศมีความหนาแน่น (ρ_A) = 1.25 kg/m^3 และมีค่าความหนืดสัมบูรณ์ (μ_A) = 1.80x10^{-5} Pa.s จงคำนวณหา

(ก) ความเร็วของลมในท่อลมต้นแบบ (V_p) ที่สอดคล้องกับการทดสอบนี้

(ข) ค่าผลต่างของความดันที่เกิดขึ้นในท่อลมต้นแบบ (Δp_p) ในสภาวะที่สอดคล้องกับการทดสอบนี้

โดยกำหนดให้ $\Delta p = f\rho\frac{L}{D}\frac{V^2}{2}$ โดยมีค่า $f_m = f_p$



วิธีทำ