ชื่อ ....

รหัส..... .....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2550

วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2550 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 10 ข้อ รวม 110 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง
3. ข้อสอบมี 12 หน้า ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
4. ห้ามนำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ ทุจริตจะได้เกรด "E" ทุกกรณี
5. ห้ามหยิบหรือยืมสิ่งของใดๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ
6. ถ้าพิจารณาเห็นว่าค่าตัวแปรหรือข้อสมมุติฐานต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้มายังไม่เพียงพอต่อการคำนวณ ให้สมมุติค่าขึ้นมาเองตามหลักการที่เหมาะสม และจะต้องเขียนข้อสมมุตินั้นลงในคำตอบด้วย

ตารางแสดงคะแนนการสอบปลายภาค

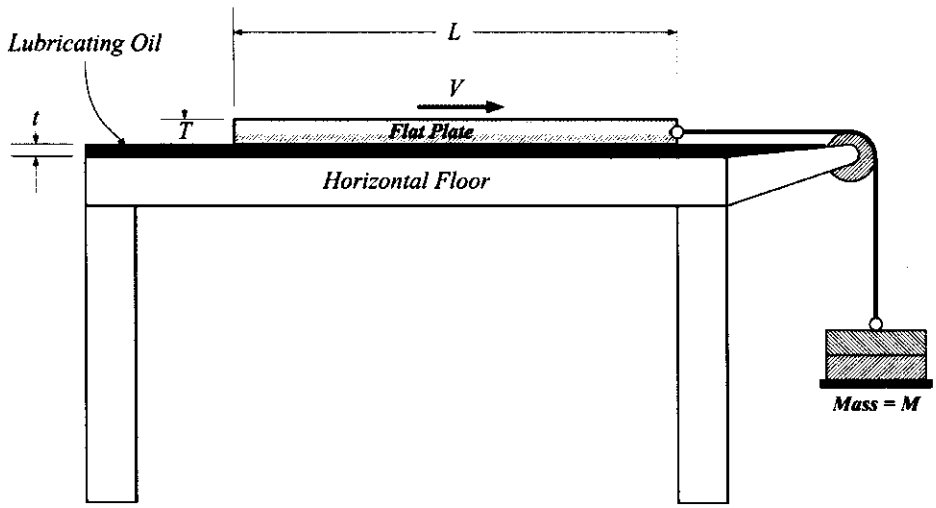
ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	10	
2	10	
3	10	
4	10	
5	10	
6	15	
7	10	
8	15	
9	10	
10	10	
รวม	110	

ผู้ออกข้อสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์พยอม รัตนมณี
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ข้อที่ 1 (10 คะแนน) วางแผ่นไม้เรียบขนาด 0.60x0.30 m^2 หนา (T) เท่ากับ 6 mm บนโต๊ะซึ่งหล่อลื่นด้วยน้ำมันหนา t แล้วแขวนมวล M คล้องผ่านรอกเบาดังแสดงในรูป ทำให้แผ่นไม้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงสุดเท่ากับ V จากการทดสอบโดยแขวนมวล 2 kg ที่ความหนาของชั้นน้ำมันหล่อลื่น 2 mm แล้วทำให้มวลมีความเร็วสูงสุด 0.87 m/s

(ก) จงคำนวณค่าความหนืดพลศาสตร์ (Dynamic Viscosity : μ) ของน้ำมัน

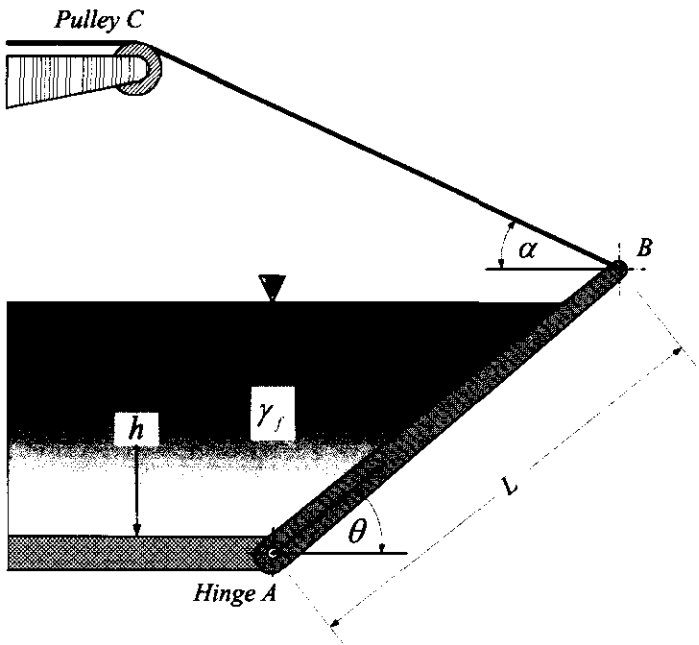
(ข) ถ้าเพิ่มขนาดมวลที่แขวนเป็น 2.5 kg และลดความหนาของชั้นน้ำมันเป็น 1 mm จงคำนวณหาค่าความเร็วสูงสุดของแผ่นไม้



วิธีทำ

รหัส..... .....

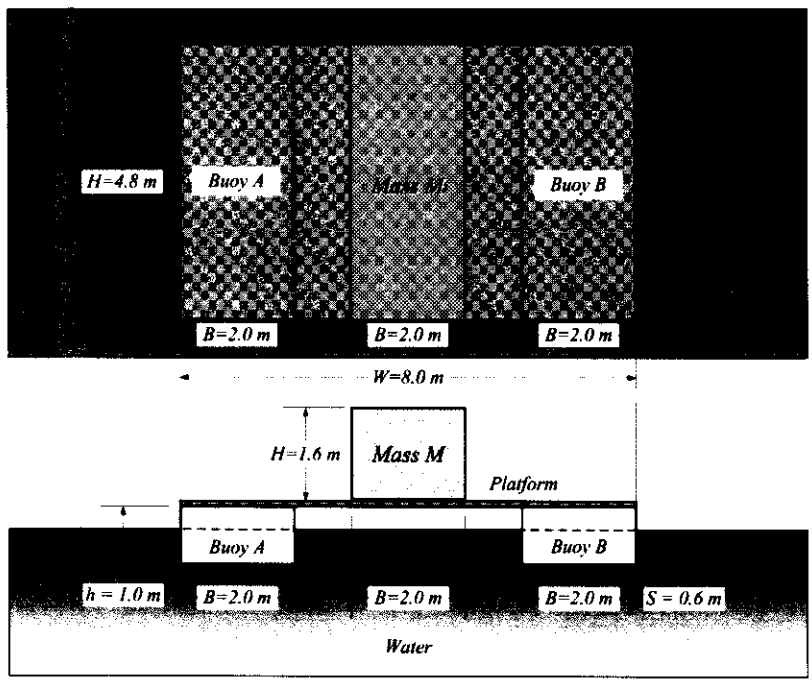
ข้อที่ 2 (10 คะแนน) ระบบประตูน้ำควบคุมด้วยเคเบิล BC โดยมีจุด A เป็นจุดหมุนดังแสดงในรูป ถ้าระดับน้ำมีความลึก (h) เท่ากับ 1.50 m บานมีความยาว (L) เท่ากับ 3.75 m จงคำนวณแรงดึงในเคเบิล BC กำหนดมุม θ เท่ากับ 30° และ α เท่ากับ 15° หน่วยน้ำหนักของน้ำ (γ_w) เท่ากับ 9,810 n/m^3



วิธีทำ

ข้อที่ 3 (10 คะแนน) แพ (Platoon) ประกอบด้วยพื้นรับน้ำหนัก (Platform) และทุ่นลอย (Buoys) A และ B ซึ่งมีขนาดเท่ากันลูกละ 2.0x1.0x4.8 m^3 เมื่อแพรับน้ำหนักเต็มที่แล้วทำให้ทุนจมในน้ำเป็นระยะ 0.60 m กำหนดให้มวลรวมของแพ (ไม่รวมมวล M) เท่ากับ 1.52 ตัน ทำให้ทุ่นจมในน้ำ (ρ = 1,000 kg/m^3, ν = 1.00x10^{-6} m^2/s) จงคำนวณหาขนาดของมวล M

(ก) จงตรวจสอบว่าแพมีเสถียรภาพการลอยตัวหรือไม่

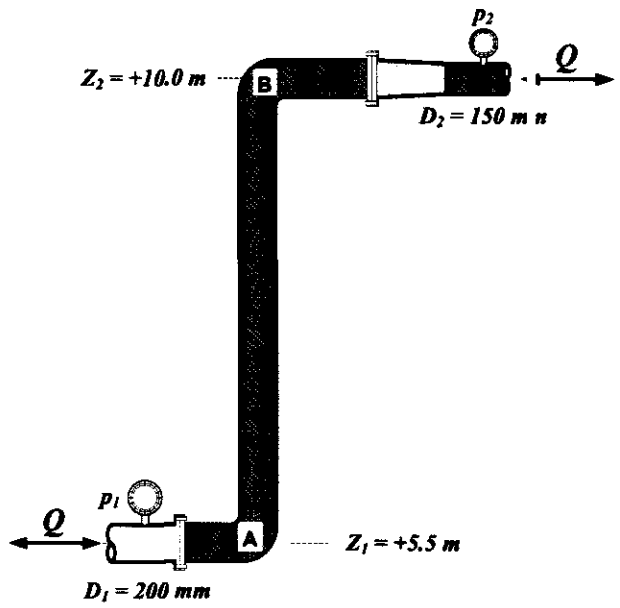


วิธีทำ

ข้อที่ 4 (10 คะแนน) น้ำมัน (ρ = 850 kg/m^3, μ = 0.025 Pa.s) ไหลในท่อ AB ในอัตรา (Q) เท่ากับ 200 L/s ดังแสดงในรูป ถ้าวัดค่าความดัน p_1 และ p_2 ได้เท่ากับ 250 และ 177 kPa ตามลำดับ

(ก) จงระบุทิศทางการไหลของน้ำมันในท่อ

(ข) จงคำนวณหาการสูญเสียเฮดของการไหลจากจุดวัดความดัน p_1 ไปยัง p_2

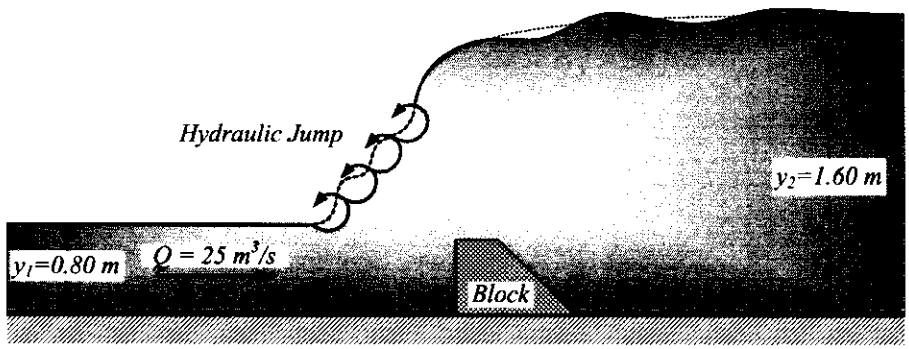


วิธีทำ

ข้อที่ 5 (10 คะแนน) รางส่งน้ำมีความกว้าง 5 m น้ำ (ρ = 1,000 kg/m^3, μ = 0.001 Pa.s) ไหลในร งในอัตรา (Q) เท่ากับ 25 m^3/s ผ่านบล็อค (Block) ดังแสดงในรูป แล้วทำให้เกิดการกระโดดของน้ำ (Hydraulic Jump) ถ้าวัดความลึกของน้ำก่อน (y_1) และหลัง (y_2) การกระโดดของน้ำได้เท่ากับ 0.80 m แล: 1.60 m ตามลำดับ

(ก) จงคำนวณหาแรงฉุดที่กระทำต่อบล็อค

(ข) จงคำนวณหาการสูญเสียเฮดของการไหลในราง

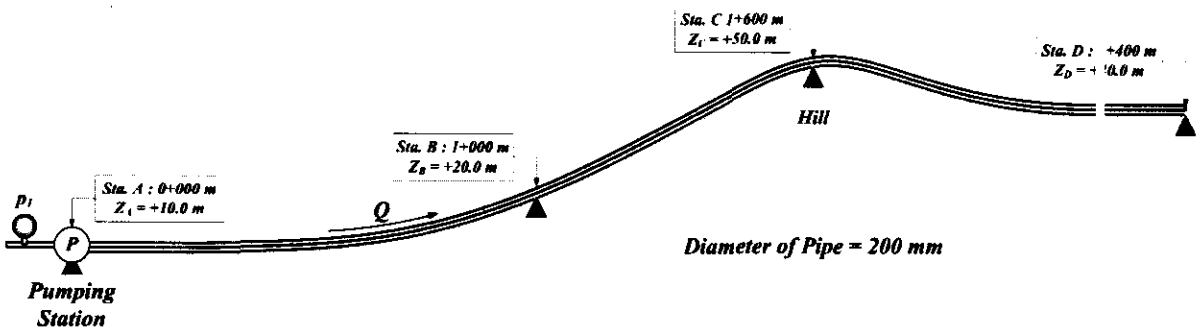


วิธีทำ

ข้อที่ 6 (15 คะแนน) ส่งน้ำ (ρ = 1,000 kg/m^3, μ = 0.001 Pa.s) ในอัตรา (Q) 72 m^3/hr ผ่านท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง (D) ขนาด 200 mm มีค่าสัมประสิทธิ์ความฝืด (f) เท่ากับ 0.015 จากจุด A ไปยังจุด D โดยที่จุด A ($Z_A = +10.00$ m) มีค่าความดัน (p_A) เท่ากับ 200 kPa และต้องใช้เครื่องสูบน้ำ (P) กำลัง 10 HP ซึ่งมีประสิทธิภาพ (ξ) เท่ากับ 0.75 เพื่อเพิ่มเฮดให้เพียงพอต่อการไหลผ่านพื้นที่ลาดชันได้

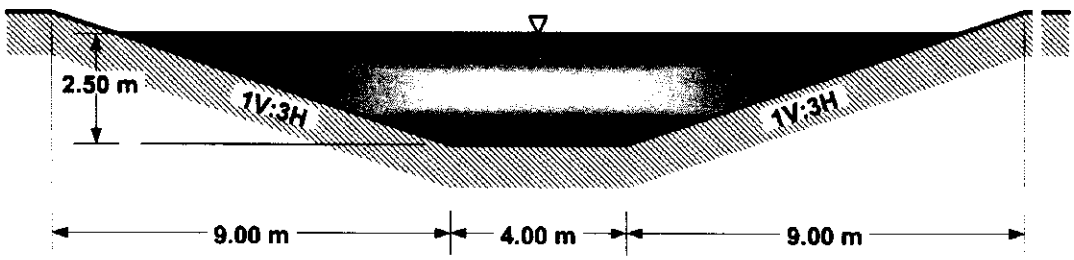
(ก) จงคำนวณหาค่าความดันที่จุด C (p_C) ถ้าระดับท่อ $Z_C = +50.00$ m

(ข) จงคำนวณหาค่าเฮดรวมที่จุด D (H_D) ถ้าระดับท่อ $Z_D = +40.00$ m



วิธีทำ

ข้อที่ 7 (10 คะแนน) คลองส่งน้ำหน้าตัดดังแสดงในรูป ถ้าท้องคลองมีความลาดชัน (S_0) 0.0001 และผิวคลองมีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) 0.020 จงคำนวณหาอัตราการไหลในคลองส่งน้ำสายนี้



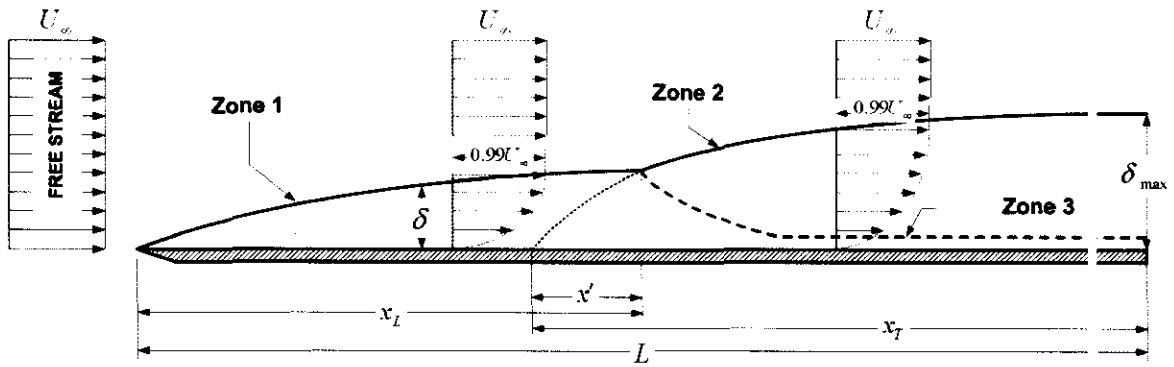
วิธีทำ

ข้อที่ 8 (10 คะแนน) เมื่อของไหลเคลื่อนที่เข้าสู่บริเวณชั้นขอบผิว (Boundary Layer Region) ก็จะมีการพัฒนาการเป็นช่วงๆ ดังแสดงในรูป โดยในช่วงแรกจะเข้าสู่ช่วงการไหลชั้นขอบผิวราบเรียบ (Laminar Boundary Layer) เป็นระยะ x_L จนกระทั่งค่าเรย์โนลด์มากถึงวิกฤต (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

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



การไหลของอากาศที่อุณหภูมิ 20° C (ρ = 1.20 kg/m^3, ν = 1.60x10^{-5} m^2/s) ไหลผ่านวัสดุแผ่นบางเรียบซึ่งมีความยาว (L) 4.00 m มีความกว้าง (W) 2.00 m กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 m/s จงคำนวณหา

(ก) ระยะ δ_{max}

(ข) แรงฉุด (F_D) ที่กระทำต่อผิวบนของแผ่นวัตถุนี้

โดยค่าสัมประสิทธิ์แรงฉุด (C_f) คำนวณได้จาก $C_f = 0.074R_{eL}^{-1/5} - 1700R_{eL}^{-1}$

วิธีทำ

ข้อที่ 9 (10 คะแนน) คำตอบของสมการการไหลบริเวณชั้นขอบผิว (Boundary Layer Equation) ที่เสนอโดย Blasius (1908) สำหรับกรณีที่ $dp/dx = 0$ การหาคำตอบของ Blasius ได้กำหนดตัวแปรต่างๆ ขึ้นดังนี้

ให้ $\eta = y\sqrt{\frac{U_\infty}{\nu x}} = \frac{y}{x}R_e^{1/2}$ (A)

$\psi = \sqrt{2\nu U_\infty x}\, f(\eta)$ (B)

$u = U_\infty f'(\eta)$ (C)

$v = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{U_\infty \nu}{x}}(\eta f' - f)$ (D)

เมื่อ $f'(\eta) = \frac{df(\eta)}{d\eta} = \frac{u}{U_\infty}$ (E)

และ $f''(\eta) = \frac{d^2 f(n)}{d\eta^2}$ (F)

พบว่าได้คำตอบดังแสดงในตาราง

$\eta = y\sqrt{\frac{U_\infty}{\nu x}}$	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

หลักการดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์เพื่อวิเคราะห์การไหลของน้ำมัน SAE30 ที่อุณหภูมิ 20^0 C ($\rho = 888$ kg/m^3, $\nu = 0.50 \times 10^{-3}$ m^2/s) ที่ไหลด้วยความเร็ว 1.00 m/s ผ่านแผ่นวัตถุบางเรียบ ที่มีความยาวตามแนวการไหล (L) เท่ากับ 2.40 m มีความกว้าง (W) เท่ากับ 1.20 m ณ ตำแหน่ง (x) เท่ากับ 2.0 m จากจุดเริ่มต้นการไหลเข้าสู่แผ่นผิวเรียบและที่ระดับเหนือผิวแผ่นเรียบ (y) เท่ากับ 20 cm

(ก) จงคำนวณหาความเร็วในแกนราบ (u)

(ข) จงคำนวณหาความเร็วในแนวดิ่ง (v)

(ค) หน่วยแรงเฉือนที่ผนังแผ่นผิวเรียบ (τ_0)

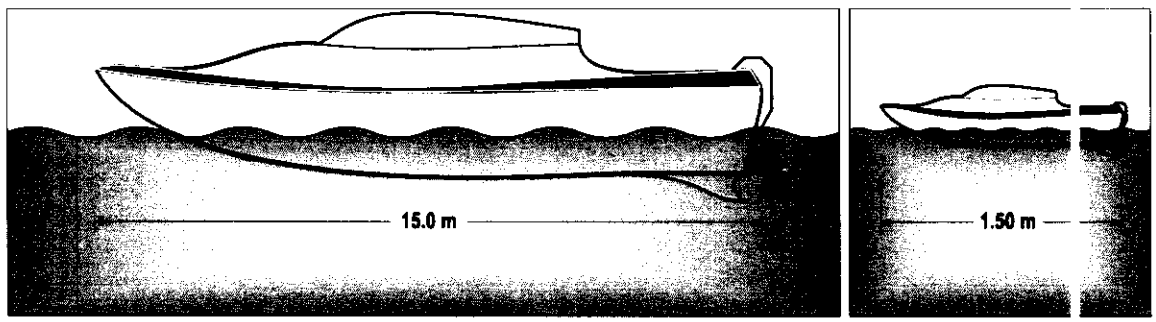
วิธีทำ

ข้อที่ 10 (10 คะแนน) แบบจำลองของเรือเร็ว (Model Speed Boat) ลำหนึ่ง ถูกสร้างขึ้นภายใต้ความเ ล้ายอย่างสมบูรณ์ (Complete Similarity) ดังแสดงในรูป เมื่อทำการทดลองในรางน้ำที่ความเร็ว 8.0 m/s ข บว่ามีแรงต้านทานของคลื่นน้ำเท่ากับ 92.0 N จงคำนวณหา

(ก) แรงต้านของคลื่นต่อเรือต้นแบบ (Prototype Speed Boat)

(ข) ความเร็วของเรือต้นแบบที่สอดคล้องกับการทดลองนี้

(ค) กำลังม้าของเรือต้นแบบที่สอดคล้องกับการทดลองนี้



เรือต้นแบบ (Prototype Boat) **เรือจำลอง (Model I oat)**

วิธีทำ