

## มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

## คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำปีภาคการศึกษาที่ 1

ปีการศึกษา 2554

วันพุธ ที่ 12 ตุลาคม 2554

เวลา 13.30-16:30 น.

วิชา 216-241 Mechanics of Fluids

(01,02,03) Robot, (04) A401

## คำสั่ง

- ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ตอน 15 หน้า สองหน้าหลังเป็นกระดาษทด ดึงออกมาได้เลย
  - ☞ Section 01 ให้เลือกทำแค่ 4 ตอน ตามความต้องการของนักศึกษาแต่ละคน
  - ☞ Section 02 และ 03 ให้ทำทุกตอน
  - ☞ Section 04 บังคับเลือกทำแค่ 4 ตอน คือให้ทำทุกตอน ยกเว้น ตอนที่ 1
- อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้
- ห้ามยืมอุปกรณ์ใดๆในห้องสอบ
- ให้เขียนชื่อ-สกุล, รหัสนักศึกษา, และ section # ลงในข้อสอบทุกหน้า
- ให้ใช้ค่า  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $\rho_{\text{น้ำ}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ , และ  $\mu = 1.02 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำคือปรับตกในรายวิชาที่ทุจริตและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ตอนที่	ผู้สอนและออกข้อสอบ	Section : ผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	อ. จีระภา สุขแก้ว	03 : 2MnE*	20	
2	อ. ภาสกร เวสสะโกศล	04 : 3BME	20	
3	อ. นิติพันธ์ วิทย์ผดุง	02 : 2IE	20	
4	อ. จันทกานต์ ทวีกุล	01 : 2MtE	20	
5	อ. จีระภา สุขแก้ว	03 : 2MnE*	20	
คะแนนรวม			100 (40%)	

ตอนที่ 1 : ความรู้พื้นฐาน (ต้องทำข้อนี้ได้อย่างน้อย 50% จึงจะได้รับการตรวจข้ออื่น  $6.8/17 = 0.3$  )

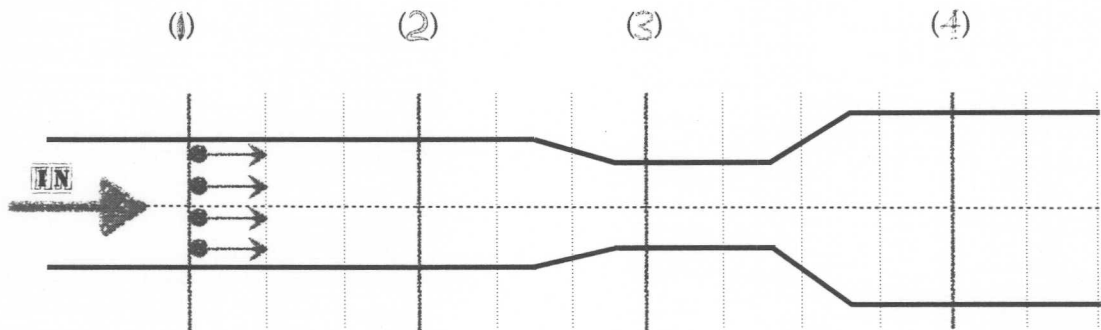
คำสั่ง สมมติให้การไหลในท่อทั้งสามข้อย่อยแรกต่อไปนี้มี ของไหล เป็น น้ำ ไหลใน ท่อ ที่มีหน้าตัดเป็น วงกลม และ ให้ การไหล เป็นแบบ Steady, Inviscid, and Incompressible

(i) (4 คะแนน) จงเขียนลูกศรแสดง ขนาด ของความเร็ว ที่หน้าตัดที่ (2), (3), และ (4) เปรียบเทียบกับขนาด ความเร็วที่หน้าตัดที่

(1) ดังรูป แสดงให้เห็น ชัดเจน ถึงความแตกต่างของขนาด ของหัวลูกศร

คุณใช้ สมการใดบ้าง ในการวิเคราะห์ปัญหาข้อนี้ อย่างไร อธิบายสั้นๆ

ตอบ \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

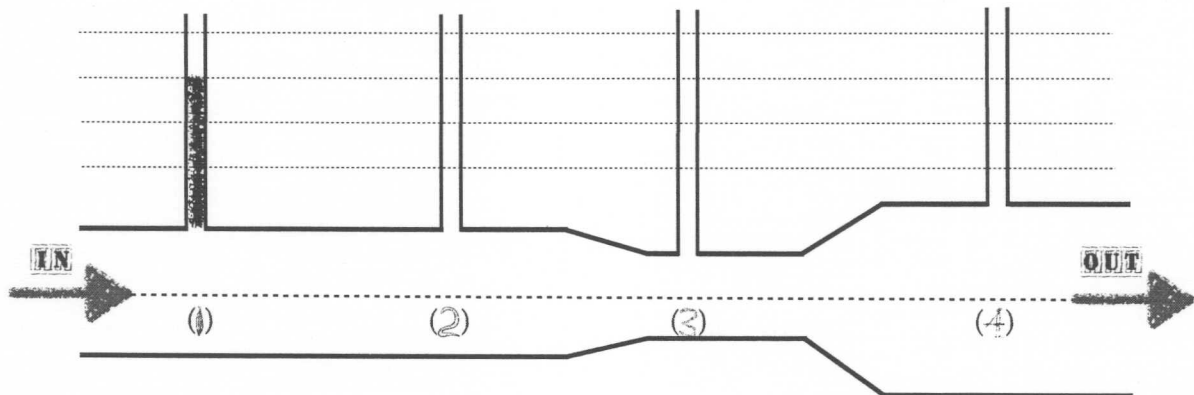


(ii) (5 คะแนน) จากข้อข้างบน จงขีดเส้นแสดงระดับน้ำที่ขึ้นใน Static-tube ที่หน้าตัด (2), (3), และ (4) ให้เห็นความแตกต่างที่

ชัดเจน โดยเปรียบเทียบกับตำแหน่งแรก (1) ที่แสดงไว้ให้

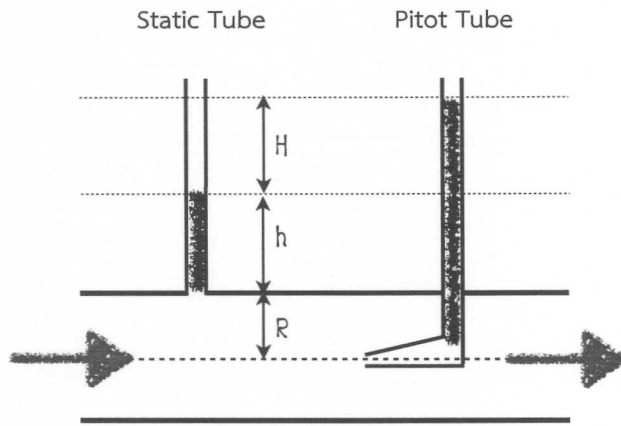
คุณใช้ สมการใดบ้าง ในการวิเคราะห์ปัญหาข้อนี้ อย่างไร อธิบายสั้นๆ

ตอบ \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



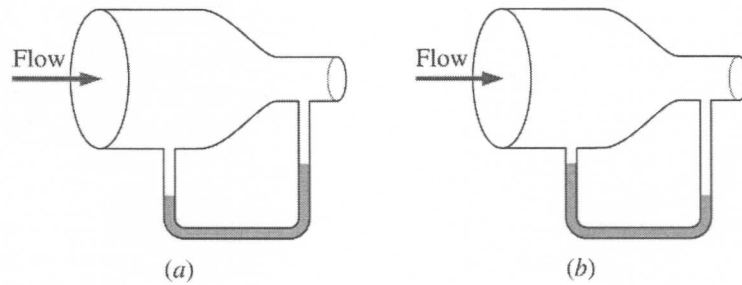
(iii) (8 คะแนน) ให้ท่อมีรัศมีเท่ากับ R เมตร จงหาอัตราการไหล Q ของน้ำในท่อ

[ หมายเหตุ คำตอบอยู่ในรูปตัวแปรที่กำหนดให้เท่านั้น ]



(iv) (3 คะแนน) หากอากาศไหลคงที่ผ่านจากซ้ายไปขวาดังรูป คุณคิดว่าระดับของ น้ำมัน ใน manometer ควรจะเป็นดังรูป

(a) หรือ (b) ให้ วงกลม รอบคำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้ง อธิบาย สั้นๆ



อธิบายสั้นๆ \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

ปากกาเขียนไปนานๆยังต้องการ "เติมหมึก"  
 สำหรับ "ความรู้สึก" ของคนเราลึกลับ ยัง ต้องการ...ใครซักคนมา "เติมเต็ม"  
 Teety Eng

**ตอนที่ 2 สามารถประยุกต์ใช้สมการ Continuity Equation และ Bernoulli Equation ได้**

(20 คะแนน) มาตรฐานการไหลแบบเวนจูรี เป็นเครื่องมือวัดอัตราการไหลของของไหลที่ไหลภายในท่อกลม มีลักษณะเป็นข้อต่อแบบลู่เข้า-ลู่ออกดังภาพ ความดันแตกต่างกันระหว่างจุดที่ 1 และ 2 เป็นสิ่งที่บ่งชี้ถึงอัตราการไหลผ่านท่อ ในสภาวะการไหลแบบคงตัว ขุดตัวไม่ได้ ไม่มีการสูญเสียใดๆ ระหว่างจุดที่ 1 และ 2 อัตราการไหลเชิงปริมาตร  $Q$  มีความสัมพันธ์กับความสูงที่อ่านได้บนมานอมิเตอร์  $\Delta h_m$  เกิดขึ้นเนื่องจากความดันแตกต่างกันระหว่างจุดที่ 1 และ 2 ที่ตำแหน่งกึ่งกลางท่อเวนจูรี สมการความสัมพันธ์

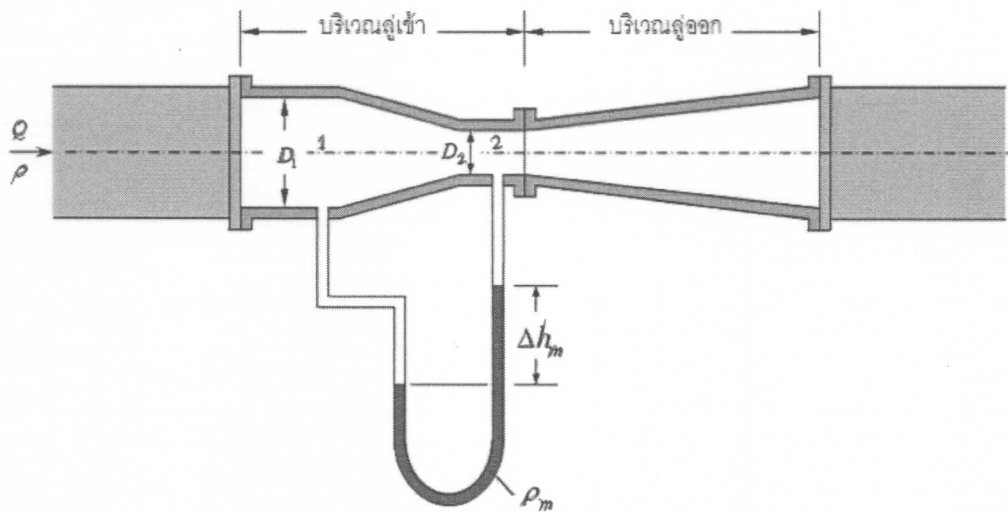
นั้นคือ

$$Q = \frac{\pi D_2^2}{4} \sqrt{\frac{2g\Delta h_m (\rho_m - \rho)}{\rho [1 - (D_2/D_1)^4]}} \quad \text{หรือ} \quad Q = \frac{\pi D_1^2}{4} \sqrt{\frac{2g\Delta h_m (\rho_m - \rho)}{\rho [(D_1/D_2)^4 - 1]}}$$

เมื่อ  $\rho_m$  คือความหนาแน่นของของไหลภายในมานอมิเตอร์,  $\rho$  คือความหนาแน่นของของไหลภายในท่อ, และ  $D_1, D_2$  คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่หน้าตัด 1 และ 2 ตามลำดับ

**คำถาม** คือ ให้นักศึกษาพิสูจน์หรือแสดงให้เห็นว่าสมการของ  $Q$  มาได้อย่างไร

*Hint:* ความหนาแน่นของของไหลในท่อมีค่าสูงไม่สามารถละทิ้งได้ มีผลต่อความดันสถิตยภายในมานอมิเตอร์



**ตอนที่ 3 Force & Linear Momentum**

(i) (8 คะแนน) จากความรู้ที่เรียนมาว่า การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของน้ำที่ไหลในท่อ ก่อให้เกิดแรงกระทำกับท่อ จากรูปข้างล่าง ไรซึ่งตัวจับยึด แต่มีล้อติดอยู่ปล่อยให้เกิดการเลื่อนที่ไปซ้ายหรือขวาได้ หากให้ความดันทางเข้าและทางออกเปิดออกสู่อากาศ คุณคิดว่า ทั้งสองกรณี (A and B) จะเลื่อนที่ ไปซ้าย หรือ ไปขวา? จงเติมคำตอบลงในช่องคำตอบข้างล่าง



บังคับ เลือกมาแค่ 1 กรณี ในการวิเคราะห์การเลื่อนที่ เขียน FBD & MFD สมการ แสดงวิธีคำนวณ อธิบายการเลื่อนที่

**Step 1** (2 คะแนน) เขียน FBD & MFD

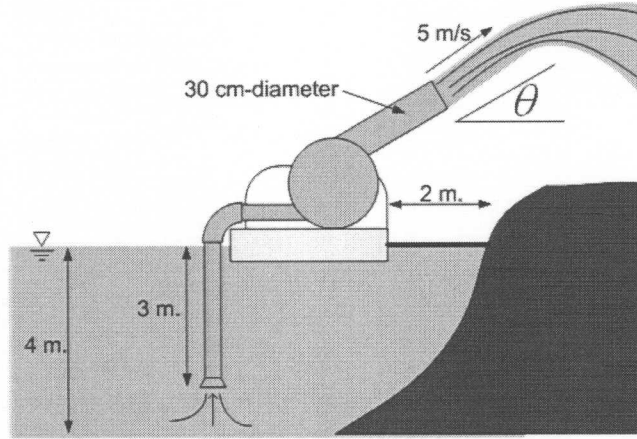
Free Body Diagram

Momentum Flux Diagram

**Step 2** (6 คะแนน) เขียน สมการ และอธิบาย

คำตอบ A เลื่อนไปทาง..... B เลื่อนไปทาง.....

(ii) (12 คะแนน) เครื่องสูบน้ำวางอยู่บนแพลอยน้ำ ซึ่งมีเชือกยาว 2 เมตรยึดไว้กับฝั่งในแนวระดับ จงหาแรงดึงในเส้นเชือกที่ทำให้แพนี้ลอยอยู่กับที่ ถ้าใช้ท่อทางออกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร และความเร็วน้ำทางออกเท่ากับ 5 เมตรต่อวินาทีเป็นมุม  $\theta = 30^\circ$  กับแนวระดับ



Step 1 (4 คะแนน) เขียน FBD & MFD

Free Body Diagram

Momentum Flux Diagram

Step 2 (8 คะแนน) เขียน สมการ และอธิบายคำตอบ

คำตอบ

ชื่อ-สกุล \_\_\_\_\_ รหัสนักศึกษา \_\_\_\_\_ Section \_\_\_\_\_

ตอนที่ 4 Dimensionless Analysis

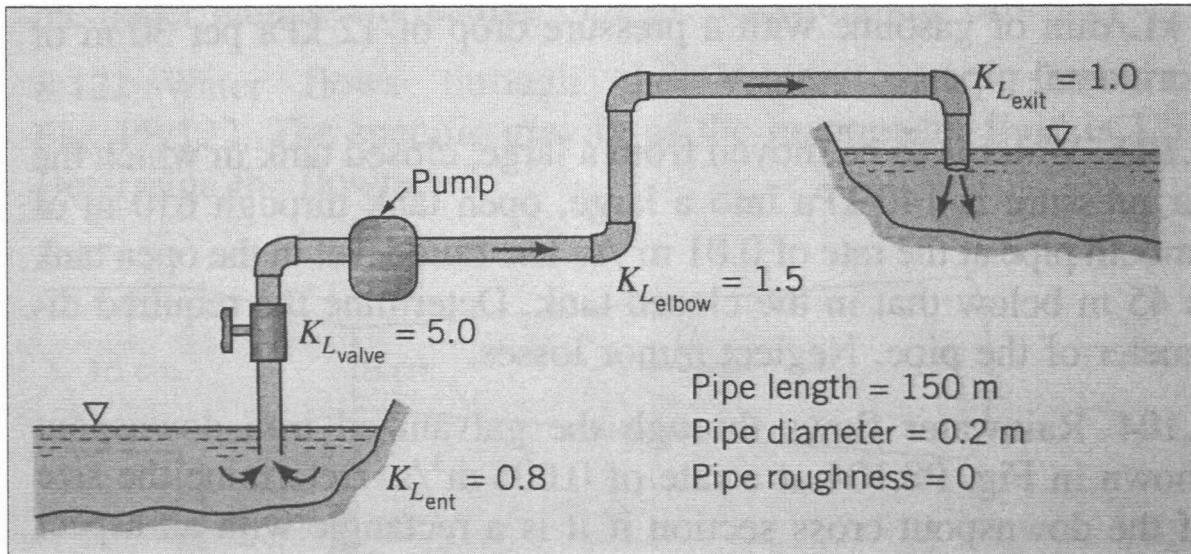
(20 คะแนน) ความดันลด ( $\Delta P$ ) สำหรับการไหลแบบคงตัว ยุบตัวไม่ได้และมีความหนืด ผ่านท่อตรงจะขึ้นอยู่กับความยาวท่อ ( $L$ ) ความเร็วเฉลี่ยของการไหล ( $V$ ) ความหนืด ( $\mu$ ) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ ( $D$ ) ความหนาแน่นของไหล ( $\rho$ ) และความขรุขระของผิวในของท่อ ( $e$ )

จงหากรุปตัวแปรไร้มิติ ( $\Pi$ ) กำหนดให้  $\rho, V, D$  เป็นตัวแปรซ้ำ

**ตอนที่ 5 Flow in Pipes**

(20 คะแนน) จากรูปข้างล่าง มีการสูบน้ำจากแหล่งน้ำข้างล่างขึ้นไปเก็บในที่ระดับ(elevation) ที่สูงกว่าอยู่ 60 เมตร หากท่อที่ใช้เป็นท่อเรียบ (smooth pipe) มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2 เมตร มีความยาวทั้งหมด 150 เมตร หากปั๊มให้พลังงานกับน้ำในรูปความสูง (head pump) เท่ากับ 80 เมตร จงหา กำลังของปั๊ม สมมติการไหลเป็นแบบคงที่

**Hint** ข้อนี้ต้องทำซ้ำ trial-error ให้ใช้ friction factor,  $f = 0.02$  เป็นค่าเริ่มต้น



- $K_{L_{ent}}$  = ส.ป.ส. การสูญเสียที่ ทางเข้า (ent =entrance)
- $K_{L_{valve}}$  = ส.ป.ส. การสูญเสียที่ วาล์ว
- $K_{L_{elbow}}$  = ส.ป.ส. การสูญเสียที่ ข้องอ แต่ละชั้น (ระบบนี้มีทั้งหมด 4 ชั้น)
- $K_{L_{exit}}$  = ส.ป.ส. การสูญเสียที่ ทางออก

**Step 1** (5 คะแนน) เริ่มจากเขียนสมการพลังงาน แทนค่า แต่ละเทอม



Step 2 (5 คะแนน) วิธีการหา Head Loss =>  $h_L$

สมการสุดท้าย

Step 3 (5 คะแนน) ทำ Iteration

ครั้งที่	f			f
1	0.02			
2				
3				

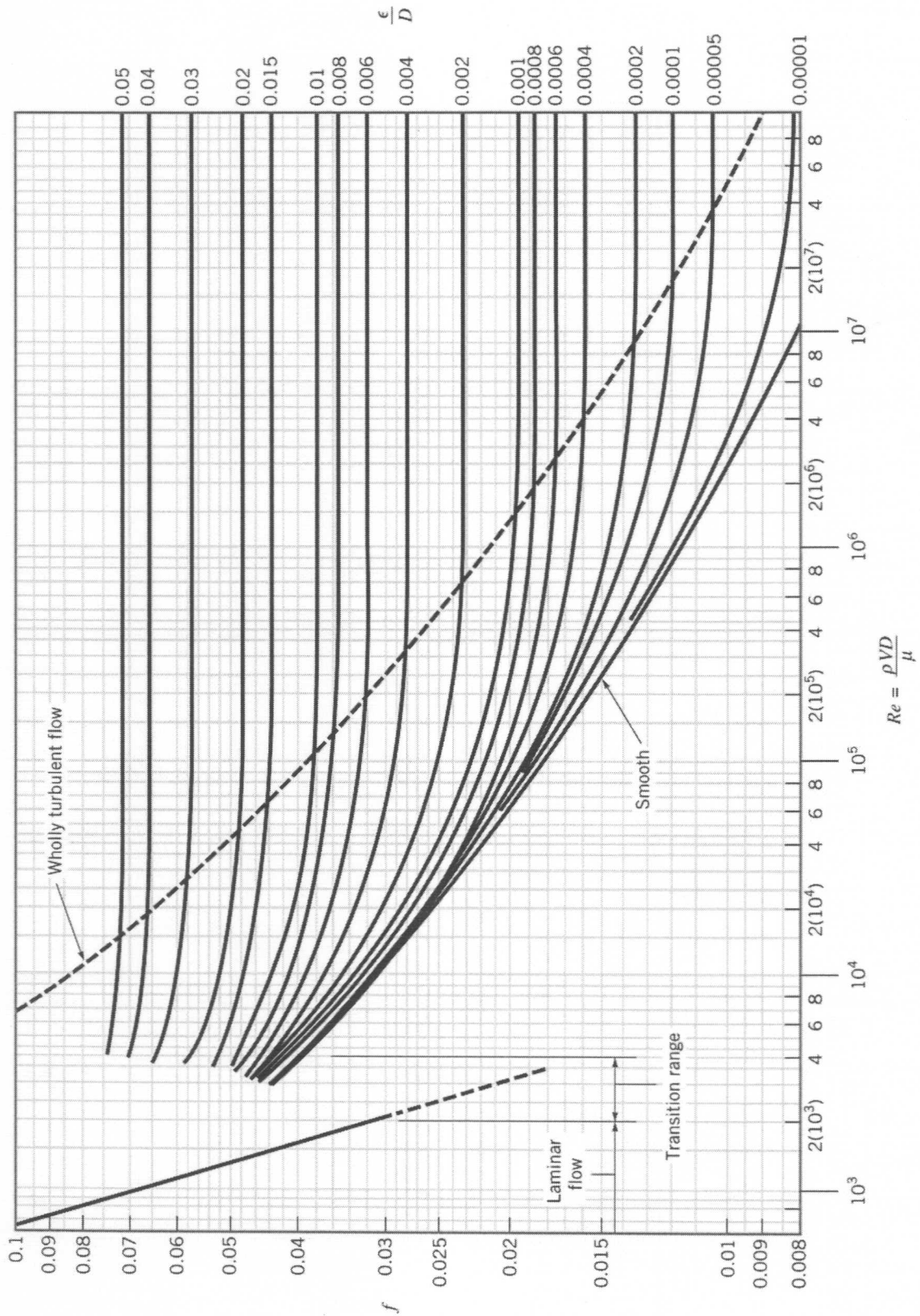
Step 4 (5 คะแนน) หากำลังของปั๊มที่ให้กับน้ำ

คำตอบ

Step 5 Bonus (+5) หากประสิทธิภาพของปั๊ม มีแค่ 80% กำลังไฟฟ้าที่เราต้องให้ปั๊ม จะมีค่าเท่าไร

คำตอบ

**แสดงให้เห็นการหา ค่า  $f$  ใน Moody Chart ด้วย (2 คะแนน)**



กระดาษทด แผ่นนี้ ดึงออกไปได้เลยค่ะ

ผมอยู่ในช่วงสอบปลายภาค ต้องสอบหลายวิชา วิชานี้แล้วยังมีเหลืออีกตั้งสองวิชา มีหนังสือต้องอ่านอีกมากทีเดียว  
 “ผมอ่านไม่จบหรอก ไม่มีประโยชน์ที่จะเสียแรงเปล่าๆ ผมว่าทางที่ดีที่สุดคือ ใช้ความรู้ที่เรียนมา นั้นแหละเข้าสอบ อย่างน้อย  
 ถ้าสอบตกก็ยังดีที่ไม่เสียเวลาไปทิ้งสัปดาห์นั่งอ่านหนังสือ”  
 “คุณรู้จักกบน้อยสองตัวไหม” นักจิตบำบัดร่างอ้วนถาม

“กาลครั้งหนึ่ง กบสองตัวหล่นลงในถังครีม  
 ทั้งสองรู้ทันทีว่ากำลังจะจม ไม่มีทางว่ายน้ำหรือ  
 ลอยตัวนาน ๆ ในส่วนผสมที่ข้นคล้ายทรายดูดเช่นนี้  
 ตอนแรก ทั้งคู่ดิ้นขาอยู่ในครีมนั้นเพื่อจะไปหาขอบ  
 ภาชนะให้ได้ แต่ไม่สำเร็จ ทั้งสองได้แต่ตะเกียกตะกาย  
 อยู่ที่เดิมและจมลงเรื่อย ๆ รู้สึกว่าแต่ละครั้งที่โผล่ขึ้นมา  
 ยังพื้นผิวเพื่อหายใจนั้นช่างยากเย็นขึ้นทุกที

กบตัวแรก

“กบตัวหนึ่งพูดเสียงดังว่า ‘ฉันไม่ไหวแล้ว ทำ  
 ยังไงก็ออกไปจากนี้ไม่ได้ ไม่มีใครว่ายน้ำในไอ้สิ่งนี้ได้หรอก  
 ไหน ๆ ก็ตายแล้ว ฉันต้องยืดเวลาความทุกข์ทรมาน  
 นี้ไปอีกทำไม ฉันไม่เข้าใจว่า มีประโยชน์อะไรที่จะต้อง  
 เหนื่อยตายเพราะความพยายามอันไร้ค่า’

“เมื่อกล่าวจบมันก็หยุดดิ้นแล้วจมลงโดยเร็ว  
 ถูกของเหลวข้นสีขาวกลืนไปจริงๆ

กบตัวที่ 2



กบใจสู้

เจ้ากบตัวน้อยไม่ย่อท้อ มันว่ายน้ำวนไปรอบ ๆ ถึง ว่ายน้ำ  
 ไม่หยุด ว่ายน้ำทุกท่า ท่ากบ ท่าฟรีสไตล์ ท่ากระเชียง แม้แต่ท่า  
 ผีเสื้อมันก็ลองฝึกว่ายน้ำดู มันหวังว่าจะมีคนมาพบและช่วยชีวิต  
 มัน แต่ดูเหมือนว่าจะไม่มีใครผ่านมาแถวนั้นเลย

มันว่ายน้ำ ๆ ๆ เพื่อจะได้ไม่จมนมตาย ว่ายน้ำอยู่หลาย  
 ชั่วโมงไม่ยอมเลิก แม้จะเหนื่อยแสนเหนื่อย มันก็ไม่ยอมหยุด  
 ว่ายน้ำ จนมันรู้สึกแปลก ๆ ที่นมสดนั้นค่อย ๆ ชื้นขึ้น ๆ จนแข็ง  
 ตัวในที่สุด บัดนี้เจ้ากบน้อยยืนอยู่บนเนยที่มันปั้นขึ้นมาจาก  
 ทำร้ายสารพัดทำของมัน มันรีบกระโดดพลูบออกจากถังนม  
 สด รอดชีวิตมาได้ราวปาฏิหาริย์

ท่านอาจารย์เล่าว่าท่านไม่ได้เห็นกับตาตนเอง แต่ท่าน  
 อ่านจากหนังสือที่เล่าว่า การว่ายน้ำไม่หยุดของกบเป็นการปั้น  
 นมสดให้กลายเป็นเนย ท่านจึงว่าเจ้ากบน้อยรอดตายเพราะ  
 มีความเพียรไม่ย่อท้อ สู้เพื่อชีวิตอย่างไม่ยอมแพ้

ตกลงคุณจะเป็น กบตัวแรก หรือ กบตัวที่สอง ???