

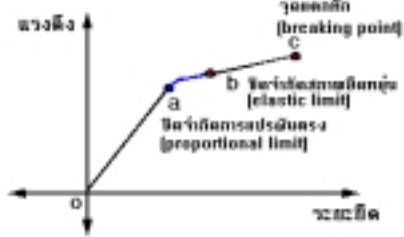
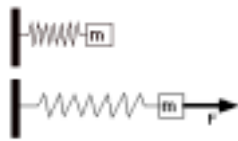
ฟิสิกส์ บทที่ 15 สมบัติเชิงกลของสาร

ตอนที่ 1 สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง

สภาพยืดหยุ่น (elasticity) คือ สมบัติของวัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมื่อมีแรงกระทำ และสามารถคืนตัวกลับสู่สภาพเดิมเมื่อหยุดออกแรงกระทำ

สภาพพลาสติก (plasticity) คือ สมบัติของวัตถุที่มีการเปลี่ยนรูปร่างไปอย่างถาวร โดยผิววัตถุไม่ฉีกขาดหรือแตกหัก

พิจารณาตัวอย่าง



ช่วง oa แรงกับระยะยืดจะแปรผันตรงต่อกัน และเมื่อแรงกระทำหมดไป สปริงจะคืนสภาพเดิมได้

ช่วง ab เมื่อแรงกระทำหมดไป สปริงจะคืนสภาพได้ แต่แรงกับระยะยืดไม่แปรผันตรงต่อกัน

ช่วง bc เมื่อแรงกระทำหมดไป สปริงจะไม่คืนสภาพเดิม เมื่อถึงจุด c สปริงจะขาด

แรงเค้น (F) คือ แรงดึงดูระหว่างโมเลกุลภายในของแข็งที่เพิ่มขึ้น

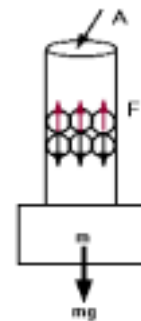
ความเค้น (σ) คือ อัตราส่วนระหว่าง แรงเค้น ต่อพื้นที่หน้าตัด

เขียนเป็นสมการจะได้  $\sigma = \frac{F}{A}$

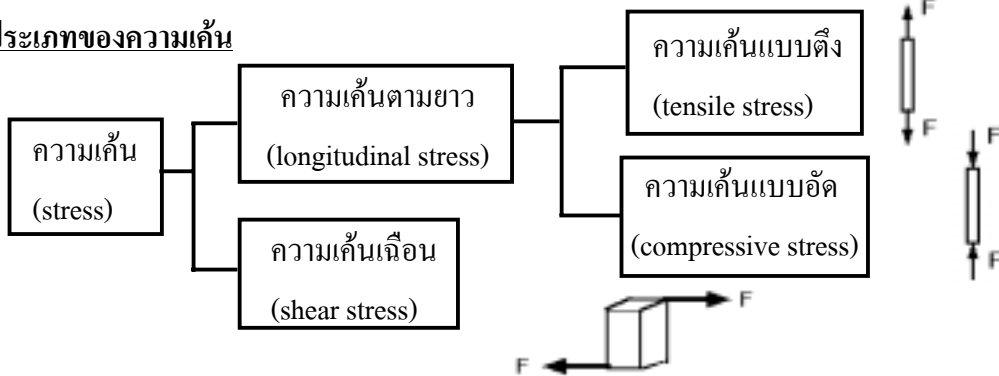
เมื่อ σ คือ ความเค้น (N / m<sup>2</sup>)

F คือ แรงเค้น (N)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของเส้นลวด (m<sup>2</sup>)



ประเภทของความเค้น





เป็น  $2 \times 10^{11}$  นิวตัน/เมตร<sup>2</sup>

1. 0.1 cm                      2. 0.2 cm                      3. 1.0 cm                      4. 2.0 cm

4(En 35) เมื่อแขวนมวล M ไว้ที่ปลายเส้นลวดดั่งรูป จะทำให้เส้นลวด

ยืดออก 0.12 เปอร์เซ็นต์ ของความยาวเดิม ถ้าพื้นที่หน้าตัดของลวด



เท่ากับ 0.20 ตารางมิลลิเมตร และมีค่ามอดูลัสของยังเท่ากับ  $2.0 \times 10^{11}$  นิวตันต่อตารางเมตร มวล M จะมีค่าเท่าใด

1. 48 kg                      2. 24 kg                      3. 4.8 kg                      4. 2.4 kg

5. ลวดทองแดงและลวดเหล็กกล้ามีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 0.5 ตารางมิลลิเมตร และมีความยาว 1 เมตรเท่ากัน มอดูลัสของยังสำหรับลวดทองแดงเป็น  $1.2 \times 10^{11}$  นิวตันต่อตารางเมตร และมอดูลัสของยังสำหรับลวดเหล็ก มีค่าเป็น  $2 \times 10^{11}$  นิวตันต่อตารางเมตร ถ้านำลวดทั้งสองไปแขวนในแนวตั้งโดยมีก้อนน้ำหนัก 100 นิวตัน แขวนที่ปลายลวดความเค้นของลวดทั้งสองต่างกันเท่าใด และลวดทั้งสองจะยืดออกจากเดิมต่างกันเท่าใด

6. ลวดอะลูมิเนียมจะขาดถ้าใช้แรงซึ่งทำให้เกิดความเค้นเกิน  $7.5 \times 10^7$  นิวตันต่อตารางเมตร จงหาความยาวที่มากที่สุดของลวดอะลูมิเนียมที่แขวนแล้วลวดอะลูมิเนียมยังไม่ขาด กำหนดให้ความหนาแน่นของอะลูมิเนียมเท่ากับ  $2.7 \times 10^3$  กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

7. ลวดเหล็กจะขาด ถ้าใช้แรงซึ่งทำให้เกิดความเค้นเกิน  $1 \times 10^8$  นิวตันต่อตารางเมตร จงหาความยาวที่มากที่สุดของลวดเหล็กที่แขวน แล้วลวดเหล็กยังไม่ขาด กำหนดให้ความหนาแน่นของเหล็กเท่ากับ  $7.8 \times 10^3$  กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

8(En 36) ลวดทำด้วยโลหะต่างชนิดกันสองเส้นยาวเท่ากันมีพื้นที่หน้าตัดเป็น 0.1 และ 0.18 ตารางเซนติเมตร เมื่อดึงลวดทั้งสองนี้ด้วยแรงเท่ากัน มันจะยืดออกเท่ากับ 0.3 และ 0.2 เซนติเมตร ตามลำดับ จงหาอัตราส่วนของมอดูลัสของยังของลวดเส้นที่หนึ่งต่อมอดูลัสของยังของลวดเส้นที่สอง

1.  $\frac{27}{100}$                       2.  $\frac{5}{6}$                       3.  $\frac{6}{5}$                       4.  $\frac{100}{27}$

9(En 38) นำทองแดงและโลหะไม่ทราบชนิดที่มีพื้นที่หน้าตัดและความยาวเท่ากันมาผูกวัตถุ 7,000 กิโลกรัม แขนงห้อยไว้ในแนวตั้ง ปรากฏว่าทองแดงยืดออกจากเดิม 1.75 มิลลิเมตร ขณะที่โลหะไม่ทราบชนิดยืดออกจากเดิม 1.43 มิลลิเมตร ถ้าทองแดงมีค่ามอดูลัสของยังเท่ากับ  $1.1 \times 10^{11}$  นิวตันต่อตารางเมตร โลหะนี้จะมีค่ามอดูลัสของยังเท่ากับ

- |   |   |
|---|---|
| 1. $1.15 \times 10^{11}$ N/m <sup>2</sup> | 2. $1.35 \times 10^{11}$ N/m <sup>2</sup> |
| 3. $1.65 \times 10^{11}$ N/m <sup>2</sup> | 4. $1.85 \times 10^{11}$ N/m <sup>2</sup> |

10(มข 32) A และ B มีความยาวเท่ากัน แต่เส้นลวด A เส้นผ่าศูนย์กลางเป็น 2 เท่าของลวด B เมื่อออกแรงดึงลวดทั้งสองเส้นเท่ากัน เส้นลวด B จะยืดมากกว่าเส้นลวด A 2 เท่า อัตราส่วนค่ามอดูลัสของยังสำหรับเส้นลวด A ต่อเส้นลวด B คือ

- ก. 1 : 1                      ข. 1 : 2                      ค. 3 : 2                      ง. 3 : 4

11. วัตถุมวล 10 กิโลกรัม แขนงไว้ที่ปลายข้างหนึ่งของลวด x ที่ยาว 1 เมตร ลวด x ยืดออก 1 มิลลิเมตรและเมื่อเอามวล 20 กิโลกรัมแขวนกับลวด y ที่ยาว 1.5 เมตร ลวด y ยืดออก 2 มิลลิเมตร รัศมีของพื้นที่หน้าตัดของลวด x เป็น 2 เท่าของรัศมีของพื้นที่หน้าตัดของลวด y จงหาอัตราส่วนระหว่างมอดูลัสของยังของลวด x และลวด y

12(En 44/1) ลวดเหล็กกล้าสำหรับดึงลิฟต์ตัวหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 5 ตารางเซนติเมตร ตัวลิฟต์และสัมภาระในลิฟต์มีน้ำหนัก 2000 กิโลกรัม จงหาความเค้น (stress) ในสายเคเบิล ในขณะที่ลิฟต์กำลังเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่งสูงสุด 2.0 เมตรต่อ(วินาที)<sup>2</sup>

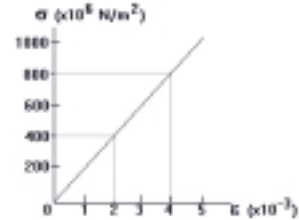
- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. $64 \times 10^6$ N/m <sup>2</sup> | 2. $48 \times 10^6$ N/m <sup>2</sup> |
| 3. $40 \times 10^6$ N/m <sup>2</sup> | 4. $32 \times 10^6$ N/m <sup>2</sup> |

13(มข 42) ลวดเหล็กสำหรับดึงลิฟต์เครื่องหนึ่งมีขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น  $2 \times 10^8$  นิวตัน/ตารางเมตร และมีพื้นที่หน้าตัด 0.9 ตารางเซนติเมตร ถ้าลิฟต์นี้มีความสามารถเคลื่อนที่ขึ้นไปด้วยความเร่งสูงสุด 8 เมตร/วินาที<sup>2</sup> มวลในหน่วยของกิโลกรัมของตัวลิฟต์และสัมภาระในลิฟต์จะมีค่ามากที่สุดเท่าใด

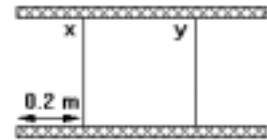
14(En 39) โลหะชนิดหนึ่งมีค่ามอดูลัสของยัง  $2 \times 10^{10}$  นิวตันต่อตารางเมตร มีค่าความเค้นที่ขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น  $3 \times 10^9$  นิวตันต่อตารางเมตร ถ้ามีลวดที่ทำจากโลหะชนิดนี้ยาว 10 เมตร มีพื้นที่หน้าตัด 10 ตารางมิลลิเมตร แขนงลวดดังกล่าวในแนวตั้ง และต้องการให้มันยืดและยาวสุทธิ 12 เมตร ต้องแขวนด้วยมวลเท่าไร

1.  $24 \times 10^3$  kg      2.  $4 \times 10^3$  kg      3.  $2.4 \times 10^3$  kg      4. ลวดขาดก่อน

15. จากกราฟระหว่างความเค้นและความเครียดของลวดเส้นหนึ่ง จงหาค่ามอดูลัสของยังของลวดเส้นนี้มีค่าเท่าใด



16(มข 42) ลวด x และ y มีพื้นที่ภาคตัดขวางและความยาวเดิมเท่ากัน อัตราส่วนค่ามอดูลัสของยังของ x และ y เท่ากับ 1 : 2 ลวดทั้งสองใช้แขวนแท่งเหล็กที่มีความยาวสม่ำเสมอซึ่งมีมวล 100 กิโลกรัม และยาว 1.00 เมตร ระยะ xy ควรเป็นเท่าใด จึงจะทำให้แท่งเหล็กอยู่ในแนวระดับ ดังรูป



1. 0.15 m      2. 0.30 m      3. 0.45 m      4. 0.60 m

☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒ ☒☒☒

**ตอนที่ 2 ความดัน และ แรงดัน ในของเหลว (1)**

**สมบัติเบื้องต้นของแรงดัน และความดันของของเหลว**

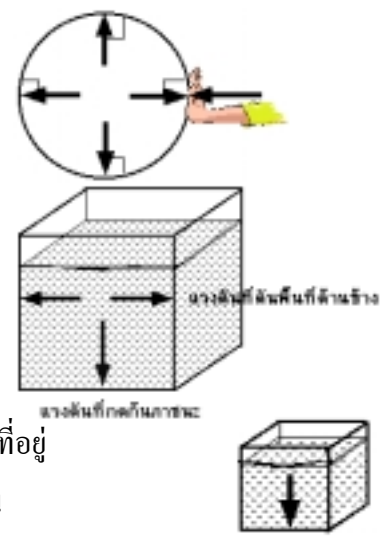
1. มีทิศได้ทุกทิศทาง
2. มีตั้งฉากกับผิวสัมผัสกับภาชนะ

**ประเภทของความดัน และ แรงดัน**

- 1) ความดัน , แรงดันที่กดกันภาชนะ
- 2) ความดัน , แรงดันที่ดันพื้นที่ด้านข้าง

**แรงดัน และ ความดันที่กดกันภาชนะ**

แรงดันที่กดกันภาชนะ = น้ำหนักของของเหลวส่วนที่อยู่  
ในแนวตั้งฉากกับพื้นที่นั้น



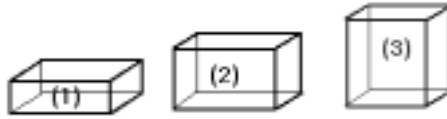
นั่นคือ  $F = W = mg$

$$\text{ความดัน} = \frac{\text{แรงดัน}}{\text{พื้นที่กั้นภาชนะ}}$$

$$P = \frac{F}{A}$$

เมื่อ  $P = \text{ความดัน (N/m}^2\text{)}$   $F = \text{แรงดัน (N)}$   $A = \text{พื้นที่ (m}^2\text{)}$

พิจารณาตัวอย่าง



กล่องทั้ง 3 รูป มีขนาดเท่ากันบรรจุของเหลวเต็มเหมือนกัน แต่วางคนละแบบ  
 กล่องทั้ง 3 จะมีแรงดันของเหลวกดกั้นภาชนะเท่ากัน เพราะมีน้ำหนักเท่ากัน  
 กล่องใบที่ 3 จะมีความดันของเหลวกดกั้นภาชนะมากที่สุด เพราะมีพื้นที่กั้นภาชนะน้อยที่สุด

การหาค่าความดันที่กดกั้นภาชนะ อาจใช้สมการ

$$P = \rho gh$$

เมื่อ  $P = \text{ความดัน (N/m}^2\text{)}$

$\rho = \text{ความหนาแน่นของของเหลว (kg/m}^3\text{)}$

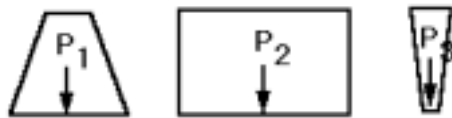
$g = 10 \text{ m/s}^2$

$h = \text{ความลึกวัดจากผิวของเหลวถึงกั้นภาชนะ (m)}$

โปรดสังเกตว่า สำหรับของเหลวชนิดหนึ่ง ๆ

ความหนาแน่น ( $\rho$ ) จะคงที่ และ  $g$  ก็คงที่ ดังนั้น ความดัน ( $P$ ) จึงแปรผันตรงกับความลึก ( $h$ ) อย่างเดียว ดังนั้นหากความลึกเท่ากัน ความดันย่อมเท่ากันอย่างแน่นอน

พิจารณาตัวอย่าง



ภาชนะทั้ง 3 หากบรรจุของเหลวชนิดเดียวกันสูงเท่ากัน ความดันที่กดภาชนะทั้ง 3 ใบจะเท่ากัน เพราะความดันจะขึ้นกับความลึก ( $h$ ) อย่างเดียว ไม่เกี่ยวกับรูปร่างภาชนะ

17(En 32) พิจารณาภาชนะบรรจุน้ำ 3 ใบ ปริมาตรไม่เท่ากัน ถ้าความสูงของระดับน้ำในภาชนะทั้งสามใบมีค่าเท่ากัน จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดต่อไปนี้



1. ความดันที่ก้นภาชนะทั้งสามใบมีค่าเท่ากัน แต่น้ำหนักของน้ำในภาชนะแต่ละใบมีค่าไม่เท่ากัน
2. ความดันที่ก้นภาชนะทั้งสามใบมีค่าไม่เท่ากัน แต่น้ำหนักของน้ำในภาชนะแต่ละใบมีค่าเท่ากัน
3. ความดันที่ก้นภาชนะและน้ำหนักของน้ำในภาชนะแต่ละใบมีค่าไม่เท่ากัน
4. ความดันที่ก้นภาชนะและน้ำหนักของน้ำในภาชนะแต่ละใบมีค่าเท่ากัน

18(En 33) จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. ความดันในของเหลวขึ้นกับความลึกของของเหลว
- ข. ความดันของของเหลวที่ผิวภาชนะมีทิศตั้งฉากกับผิวภาชนะ
- ค. ความดันของของเหลวขึ้นกับชนิดของของเหลว
- ง. ความดันของของเหลวไม่ขึ้นกับรูปร่างของภาชนะแต่ขึ้นกับปริมาตร
- จ. ความดันเกจของของเหลวที่จุดๆ หนึ่งขึ้นกับความดันบรรยากาศ

ข้อความที่ปรากฏข้างบนนี้มีข้อใดบ้างที่ถูกต้อง

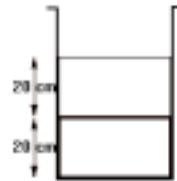
1. ก ข และ ค
2. ก และ ค
3. จ เท่านั้น
4. คำตอบเป็นอย่างอื่น

19. ภาชนะปิดรูปทรง กระบอกสูง 50 cm พื้นที่หน้าตัด  $0.8 \text{ m}^2$  ทางฝาบนเจาะเป็นรูวงกลมแล้วต่อเป็นปล่องสูง 50 cm ถ้าใส่น้ำจนเต็มขึ้นมาเสมอระดับปากท่อที่ต่อขึ้นมาใหม่จงหาความดัน



และแรงดันของน้ำที่ก้นภาชนะ กำหนดความหนาแน่นของน้ำ  $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

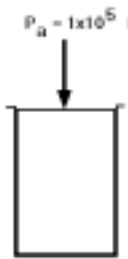
20. น้ำมีความหนาแน่น  $10^3 \text{ kg/m}^3$  ใส่วางกับน้ำมันซึ่งมีความหนาแน่น  $0.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  ในภาชนะปิด ถ้าน้ำและน้ำมันลอยอยู่เป็นชั้น ชั้นละ 20 cm ในภาชนะปิด จงหาความดันที่ก้นภาชนะ



$P_w$  เรียกว่า ความดันเกจ (หมายถึง ความดันที่เกิดจากน้ำหนักของของเหลว)  
 $P_a$  เรียกว่า ความดันบรรยากาศ (หมายถึง ความดันที่เกิดจากน้ำหนักของอากาศภายนอกที่กดทับลงมา)

$$P_{รวม} = P_a + P_w$$

$$P_{สัมบูรณ์} = P_a + \rho gh$$

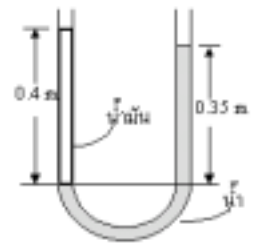


☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒☒ ☒☒☒☒☒☒ ☒☒☒☒☒☒ ☒☒☒☒☒☒☒

21. น้ำทะเลมีความหนาแน่น  $1.03 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  และความดันบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเลเป็น  $1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  จงหาความดันสมบูรณ์ที่ได้ที่ทะเลลึก 100 m

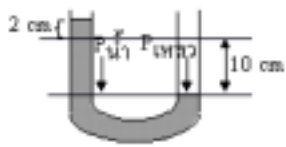
22. ณ ความลึกตำแหน่งหนึ่งใต้ทะเล วัดความดันได้ 4 เท่าของความดันที่ผิวน้ำบริเวณนั้น จงหาความลึก ณ ที่แห่งนี้  
 (ความหนาแน่นของน้ำทะเล =  $1.025 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  ความดันบรรยากาศ =  $10^5 \text{ N/m}^2$ )

23(มข 41) น้ำและน้ำมัน ชนิดหนึ่งบรรจุในหลอดแก้วรูปตัว U โดยน้ำอยู่ในหลอดแก้วทางขวาและน้ำมันอยู่ในภาวะสมดุล ระดับน้ำและน้ำมันดังแสดงในรูป จงหาความหนาแน่นน้ำมัน ชนิดนี้เป็นกิโลกรัม/เมตร<sup>3</sup>



1. 925                      2. 725                      3. 875                      4. 675

24. เมื่อเทน้ำ และ ของเหลวชนิดหนึ่งที่ไม่รวมกับน้ำลง ข้างหนึ่ง ของหลอดรูปตัว U ที่มีขาโตเท่ากัน ถ้าของเหลว เป็นลำสูง 10 cm และมีรอยต่อระหว่างน้ำกับของเหลวอยู่ข้างหลอดที่ใส่ ของเหลว ปรากฏว่าระดับบนของน้ำอยู่สูงกว่าระดับของเหลว 2 cm จงคำนวณหาความหนาแน่นของของเหลวที่ใส่ กำหนด ความหนาแน่นของน้ำ =  $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$



25(En 43/1) หลอดแก้วรูปตัวยูบรรจุน้ำใส่น้ำมันชนิดหนึ่ง ซึ่งไม่ละลายในน้ำและมีความหนาแน่น 0.8 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ด้านขวาสูง 10 เซนติเมตร ระดับผิวของน้ำ

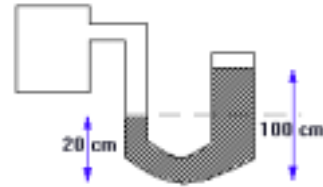
ด้านซ้ายมือจะต่ำกว่าระดับผิวบนของน้ำมันด้านขวามือเท่าใด

1. 0.2 cm                      2. 0.4 cm                      3. 0.8 cm                      4. 2 cm

26. หลอดรูปตัว U มีขาโตเท่ากันมีของเหลวบรรจุอยู่ ถ้าเทน้ำมันลงไปข้างหนึ่ง จนกระทั่งของเหลวในขาข้างนั้นลดลง 1 cm จงหาว่าเทน้ำมันลงไปสูงเท่าใด

**กำหนด** ความหนาแน่นของเหลวเท่ากับ  $3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$   
 และความหนาแน่นของน้ำมัน  $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

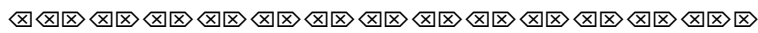
27. หลอดรูปตัว U ปลายเปิดข้างหนึ่ง บรรจุปรอทไว้ ปลายหลอดขวาเปิดไว้หลอดด้านซ้ายต่อกับภาชนะบรรจุก๊าซ ระดับของปรอทปรากฏ ดังรูป จงหาความดันสมบูรณ์ของก๊าซ



**กำหนด** ความดันบรรยากาศ =  $1.01 \times 10^5 \text{ N/m}^2$   
 ความหนาแน่นปรอท =  $13.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

28. ในหลอดมาโนมิเตอร์บรรจุน้ำไว้เป็นตัวชี้ความดัน ถ้าน้ำขึ้นสูงจากขีด 0 เป็นระยะ 3.5 cm ขณะนั้นความดันที่หลอดมาโนมิเตอร์วัดมีค่าเป็นเท่าใด

**กำหนด** ความดันบรรยากาศ  $1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$



**ตอนที่ 3 ความดันและแรงดันในของเหลว (2)**

แรงดัน และความดัน ที่ดันพื้นที่ด้านข้างภาชนะ

$$P_{\text{ข้าง}} = \frac{P_{\text{บนสุด}} + P_{\text{ล่างสุด}}}{2}$$

หรือ  $P_{\text{ข้าง}} = \rho gh_{\text{cm}}$



เมื่อ  $P_{\text{ข้าง}}$  คือ ความดันที่ดันพื้นที่ด้านข้าง ( $\text{N/m}^2$ )

$\rho$  คือ ความหนาแน่นของของเหลว ( $\text{kg/m}^3$ )



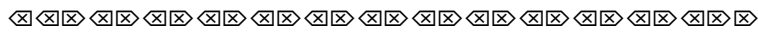
34. ทรายน้ำแห่งหนึ่ง เมื่อสูบน้ำออกไปครึ่งหนึ่งของเดิม จะทำให้แรงดันเนื่องจากน้ำหนักของน้ำที่กระทำต่อด้านข้างทรายน้ำเป็นกี่เท่าของเดิม

1. 0.5                      2. 0.25                      3. 0.35                      4. 0.48

35(En 43/2) เนื่องจากฝนตกทำให้ระดับน้ำเหนือเขื่อนเพิ่มขึ้น จาก 8 เมตร เป็น 10 เมตร แรงดันที่น้ำกระทำต่อเขื่อนจะเพิ่มขึ้นจากเดิมกี่เปอร์เซ็นต์ ถ้าความกว้างของเขื่อนคงตัว

1. 1%                      2. 34%                      3. 56%                      4. 64%

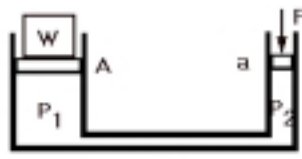
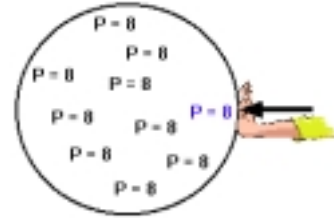
36. เขื่อนยาว 50 เมตร ผิวเขื่อนด้านที่รับ น้ำเอียง  $53^\circ$  กับแนวราบ ในขณะที่มีน้ำสูง 10 เมตรจงหาแรงดันของน้ำที่กระทำต่อเขื่อนนี้



**ตอนที่ 4 กฎของปาสคาล**

**กฎของปาสคาล**

กล่าวว่า “ถ้ามีของไหล (ของเหลวหรือก๊าซ) บรรจุอยู่ภาชนะที่อยู่นิ่ง เมื่อให้ความดันเพิ่มเข้าไปแก่ของไหล ณ ตำแหน่งใด ๆ ความดันที่เพิ่มขึ้นจะถ่ายทอดไปทุก ๆ จุดในของไหลนั้น”



$P_1 = P_2$

$\frac{W}{A} = \frac{F}{a}$

- เมื่อ  $W$  = น้ำหนักที่ยกได้ (N)
- $F$  = แรงที่ใช้กด (N)
- $A$  = พื้นที่หน้าตัดกระบอกสูบใหญ่
- $a$  = พื้นที่หน้าตัดกระบอกสูบเล็ก

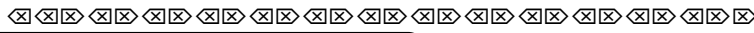
การได้เปรียบเชิงกลทางปฏิบัติ (M.A.ปฏิบัติ) =  $\frac{W}{F}$

การได้เปรียบเชิงกลทางทฤษฎี (M.A.ปฏิบัติ) =  $\frac{A}{a}$



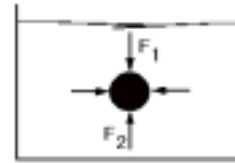
41(En 44/1) เครื่องอัดไฮดรอลิกใช้สำหรับยกรถยนต์เครื่องหนึ่งใช้น้ำมันที่มีความหนาแน่น 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พื้นที่ของลูกสูบใหญ่และลูกสูบเล็กมีค่า 1000 ตารางเซนติเมตร และ 25 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ต้องการยกรถยนต์หนัก 1000 กิโลกรัม ขณะที่กดลูกสูบเล็กระดับน้ำมันในลูกสูบเล็กอยู่สูงกว่าน้ำมันในลูกสูบใหญ่ 100 เซนติเมตร แรงที่กดบนลูกสูบเล็ก มีค่าเท่าใด

1. 230 N                      2. 250 N                      3. 270 N                      4. 290 N



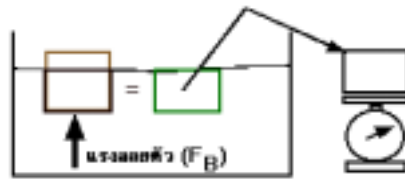
**ตอนที่ 5 แรงลอยตัว และหลักของอาร์คิมิดีส**

ตามรูป วัตถุที่จมอยู่ในของเหลว จะถูกแรงดันของ ของเหลว กระทำในทุกทิศทาง **พิจารณาเฉพาะแนวตั้ง** แรง  $F_2$  จะมีค่ามากกว่า  $F_1$  เพราะ  $F_2$  อยู่ลึกกว่า ดังนั้น เมื่อหาแรงลัพธ์ ( $F_2 - F_1$ ) จะได้ แรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์ อยู่ในทิศขึ้น แรงลัพธ์นี้เรียก **แรงลอยตัว**



**หลักของอาร์คิมิดีส**

“แรงลอยตัวจะมีค่าเท่ากับ น้ำหนักของของเหลว ซึ่งมีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วนจม ”



**พิจารณา**

แรงลอยตัว = น้ำหนักของของเหลว

$F_B = m g$  ของเหลว                      และ

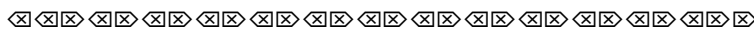
$m = \rho v$

$F_B = \rho$  ของเหลว  $v$  ของเหลว  $g$                       และ

$v$  ของเหลว =  $v$  วัตถุส่วนจม

$F_B = \rho$  ของเหลว  $v$  วัตถุส่วนจม  $g$

เมื่อ  $F_B =$  แรงลอยตัว       $\rho =$  ความหนาแน่น [ $kg/m^3$ ]       $v =$  ปริมาตร [ $m^3$ ]



42. ปล่อยวัตถุทรงกลมมวล 10 กรัม ที่มีปริมาตร 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงไปในน้ำ ขณะที่จมลงไปได้ระยะหนึ่งจะมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ จงหาค่าแรงลอยตัว

1.  $5.0 \times 10^{-2}$  นิวตัน                      2.  $2.5 \times 10^{-3}$  นิวตัน  
3.  $2.0 \times 10^{-4}$  นิวตัน                      4.  $1.5 \times 10^{-5}$  นิวตัน













63. อัตราเร็วของลมพายุที่พัดเหนือหลังคาบ้านหลังหนึ่งเป็น 30 m/s ผลต่างระหว่างความดันอากาศเหนือหลังคาบ้าน และได้หลังคาบ้านหลังนี้เป๋เป็นเท่าใด และถ้าหลังคาบ้านมีพื้นที่ 175 ตารางเมตร แรงยกที่กระทำกับหลังคาบ้านเป็นเท่าใด

**กำหนด** ความหนาแน่นของอากาศขณะนั้นเป็น  $0.3 \text{ kg/m}^3$

64. เครื่องบินลำหนึ่งต้องมีแรงยก  $900 \text{ N/m}^2$  จึงสามารถบินได้ถ้าความเร็วของอากาศที่พัดผ่านส่วนล่างของปีกเท่ากับ 100 m/s ให้หาความเร็วของอากาศพัดผ่านส่วนบนของปีกเพื่อให้เกิดแรงยก  $900 \text{ N/m}^2$  **กำหนด** ความหนาแน่นอากาศขณะนั้น  $= 1.2 \text{ kg/m}^3$

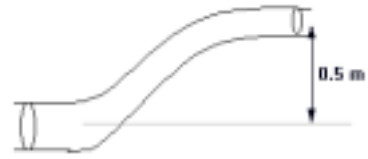
65. น้ำไหลในท่อด้วยอัตราการไหล 12 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ท่อนี้ผ่านจุด 2 จุด ซึ่งระดับต่างกัน 0.5 เมตร จุดที่

ระดับสูง มีพื้นที่หน้าตัด  $4 \times 10^{-2}$  ตารางเมตร มีความดัน

น้ำ  $10^5$  นิวตัน/ตารางเมตร ส่วนจุดที่อยู่ระดับต่ำมีพื้นที่หน้าตัด  $8 \times 10^{-2}$  ตารางเมตร

จงหาความดันน้ำในท่อที่จุดระดับต่ำ



**แบบฝึกหัด บทที่ 15 สมบัติเชิงกลของสาร**

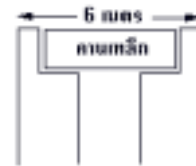
1. เสาคอนกรีตต้นหนึ่งรับน้ำหนักได้สูงสุด 20000 กิโลกรัม และจะหดตัวลง 3 มิลลิเมตร ถ้าเสาคอนกรีตนี้มีฐานกว้าง 10 เซนติเมตร หนา 20 เซนติเมตร สูง 4.5 เมตร จงหาค่ามอดูลัสของเสาคอนกรีตนี้

2(มข 36) วัตถุหนัก 100 นิวตัน แขนงด้วยลวดโลหะซึ่งมีความยาวเดิมเท่ากับ 1 เมตร มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 100 ตารางเซนติเมตร ถ้าลวดโลหะนี้มีค่ามอดูลัสของยังเท่ากับ  $20 \times 10^{10}$  นิวตันต่อตารางเมตร ลวดนี้จะยืดออกเท่าใด

- 1.  $0.5 \times 10^{-6}$  เมตร
- 2.  $0.5 \times 10^{-7}$  เมตร
- 3.  $0.5 \times 10^{-12}$  เมตร
- 4.  $0.5 \times 10^{-11}$  เมตร

3(มข 43) แขนงวัตถุมวล  $m$  กิโลกรัม ที่ปลายเส้นลวดเหล็กกล้าซึ่งมีค่ามอดูลัสของยังเท่ากับ  $2.0 \times 10^{11}$  นิวตันต่อตารางเมตร ทำให้เส้นลวดยืดออก 0.005 ของความยาวเดิม ถ้าพื้นที่หน้าตัดของเส้นลวดเท่ากับ 0.4 ตารางเซนติเมตร จงหาค่าของมวล  $m$  นี้

4. ระหว่างเสาคอนกรีต 2 ต้น มีคานเหล็กยาว 6 เมตร วางพาดพอดี ดังรูป คานเหล็กมีขนาดพื้นที่หน้าตัด 25 ตารางเซนติเมตร เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น  $5^{\circ}\text{C}$  คานเหล็กขยายตัวยาวขึ้นเกิดความเครียดตามยาว  $2 \times 10^{-6}$  เหล็กมีค่ามอดูลัสของยัง  $= 20 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$  ต้องการทราบแรงที่เหล็กดันเสาคอนกรีต เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น  $5^{\circ}\text{C}$  ว่ามีค่าเท่าไร



- 1.  $10^3 \text{ N}$
- 2.  $5 \times 10^3 \text{ N}$
- 3.  $6 \times 10^3 \text{ N}$
- 4.  $10^7 \text{ N}$

5(En 44/2) ลวดชนิดเดียวกัน 2 เส้น เดิมยาว  $L$  และ  $L/2$  ถูกถ่วงด้วยมวล ดังรูป จงหาอัตราส่วนของระยะยืดของลวดในรูปที่ 1 กับระยะยืดของลวดในรูปที่ 2



- 1. 4 : 1
- 2. 2 : 1
- 3. 1 : 2
- 4. 1 : 1

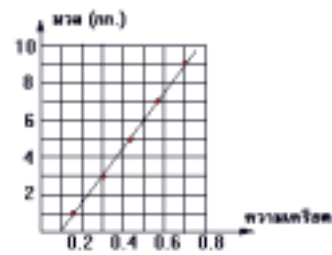
6(มข 37) มีลวดเหล็ก 3 เส้น A, B และ C เส้น A มีพื้นที่หน้าตัด 0.8 ตารางเซนติเมตร และมีความยาว 4 เมตร เส้น B มีพื้นที่หน้าตัด 0.8 ตารางเซนติเมตร และมีความยาว 8 เมตร เส้น C มีพื้นที่หน้าตัด 0.4 ตารางเซนติเมตร และมีความยาว 8 เมตร เส้นลวดทั้ง 3 เส้น ผูกวัตถุมวล 100 กิโลกรัม แขนงห้อยอยู่ในแนวตั้ง จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. เส้นลวด B จะยืดยาวออกจากเดิมมากกว่าเส้นลวด A และ C ยืดยาวออกจากเดิม
- ข. เส้นลวด C จะยืดยาวออกจากเดิมมากกว่าเส้นลวด A และ B ยืดยาวออกจากเดิม
- ค. เส้นลวด A จะมีความเค้นตามยาวมากกว่าความเค้นตามยาวของเส้นลวด B และ C

ข้อความที่ถูกต้องคือ

- 1. ข้อ ก. และ ค.
- 2. ข้อ ข. และ ค.
- 3. ข้อ ข.
- 4. ข้อ ก.

7. นำลวดโลหะซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด  $10^{-4}$  ตารางเมตร มาถ่วงด้วยตุ้มน้ำหนักซึ่งมีมวล 1, 3, 5, 7 และ 9 กิโลกรัม วัดความเครียดของเส้นลวดได้ผลการทดลองซึ่งสามารถเขียนเป็นกราฟได้ดังรูป ค่ามอดูลัสของยังของโลหะที่ใช้ทำเส้นลวดนี้มีค่าเป็นเท่าใด



- 1.  $0.50 \times 10^6 \text{ N/m}^2$
- 2.  $1.29 \times 10^6 \text{ N/m}^2$
- 3.  $1.50 \times 10^6 \text{ N/m}^2$
- 4.  $2.50 \times 10^6 \text{ N/m}^2$

8. จากรูป ลวด A และ B ยาวเท่ากัน โดยลวด A และ B มีพื้นที่หน้าตัด 2 และ 1 ตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ และมีค่า Young's Modulus เป็น  $4.8 \times 10^{11}$  นิวตันต่อตารางเมตรและ  $2.7 \times 10^{11}$  นิวตันต่อ-



ตารางเมตร ถ้านำลวด A และ B ไปแขวนคานเบาสมำเสมอยาว 1 เมตร อยากทราบว่า จะต้องนำมวล 20 กิโลกรัม มาแขวนที่คาน ณ ตำแหน่งใดคานจึงจะยังวางตัวอยู่ในแนวระดับได้

9(En 40) ในการทำให้ลวดเส้นหนึ่งอยู่ภายใต้ความเค้น  $\alpha$  และความเครียด  $\beta$  งานที่ทำต่อ

1 หน่วย ปริมาตรมีค่าเท่าใด

- 1.  $\alpha\beta$
- 2.  $\frac{\alpha}{\beta}$
- 3.  $\alpha + \beta$
- 4.  $\frac{1}{2} \alpha\beta$

10. เส้นลวดที่ทำจากอะลูมิเนียม และเส้นลวดที่ทำจากเหล็กกล้ามีเส้นผ่านศูนย์กลาง และความยาวตั้งต้นเท่ากัน โดยมีค่ามอดูลัสของยังของเหล็กกล้าสูงกว่าของอะลูมิเนียม ถ้านำวัตถุ 2 ก้อน มวลเท่ากัน มาแขวนติดกับปลายเส้นลวดทั้งสองนี้ จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. ความเค้นของเส้นลวดทั้งสองเส้นมีค่าเท่ากัน
- ข. ความเครียดตามยาวของเส้นลวดที่ทำจากอะลูมิเนียม จะมีค่ามากกว่าเส้นลวดที่ทำจากเหล็กกล้า
- ค. เส้นลวดที่ทำจากอะลูมิเนียมจะยืดออกมากกว่าเส้นลวดที่ทำจากเหล็กกล้า
- ง. เส้นลวดที่ทำจากเหล็กกล้าจะยืดออกมากกว่าเส้นลวดที่ทำจากอะลูมิเนียม

คำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ

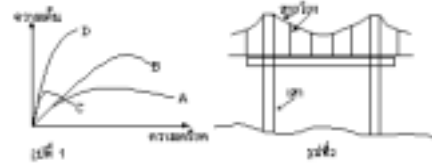
- 1. ก ข และ ค
- 2. ก และ ค
- 3. ค. เท่านั้น
- 4. คำตอบเป็นอย่างอื่น

11(มข 44) วัสดุหลายชนิดถูกทดสอบหาความแข็งแรง

ได้ผลดังแสดงเป็นกราฟระหว่างความเค้นกับ

ความเครียดในรูปที่ 1 ถ้านำวัสดุเหล่านี้ไปประยุกต์

เป็นสะพาน วัสดุใดจะมีความเหมาะสมที่สุดในการใช้ทำเป็นสายโยงและเสา ดังรูปที่ 2



- 1. A เหมาะสำหรับทำสายโยง B เหมาะสำหรับทำเสา
- 2. A เหมาะสำหรับทำสายโยง D เหมาะสำหรับทำเสา
- 3. B เหมาะสำหรับทำสายโยง C เหมาะสำหรับทำเสา
- 4. B เหมาะสำหรับทำสายโยง D เหมาะสำหรับทำเสา

12(มข 45) หมู่บ้านแห่งหนึ่งใช้ท่อเหล็กแท่งหนึ่งที่มีความยาว 20 เมตร เป็นฐานรองรับถึงน้ำ

ขนาดความจุ 50 ลูกบาศก์เมตร ถ้าพื้นที่หน้าตัดของท่อส่วนที่เป็นเหล็กมีขนาด  $5 \times 10^{-2}$

ตารางเมตร ค่ายังมอดูลัสของเหล็กมีค่าเป็น  $2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$  เมื่อมีน้ำเต็มถึง ท่อเหล็กนี้จะ

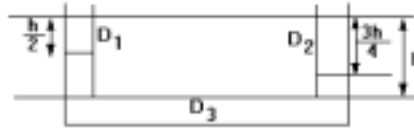
หดลงไปกี่เมตร **กำหนด** ความหนาแน่นของน้ำ =  $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

- 1.  $1 \times 10^{-2}$
- 2.  $1 \times 10^{-3}$
- 3.  $1 \times 10^{-4}$
- 4.  $1 \times 10^{-5}$

13(En 42/1) ของเหลว 3 ชนิด มีความหนาแน่น

$D_1, D_2, D_3$  บรรจุในภาชนะดังรูปถ้า  $D_2 = 2D_1$

จงหาว่า  $D_3$  เป็นกี่เท่าของ  $D_1$



1. 4                                      2. 2                                      3. 1/2                                      4. 1/4

14(En 31) ต้องการให้ระดับน้ำในกระบอก B ซึ่งมีหน้าตัด  $1.54 \times 10^{-2} \text{ m}^2$  สูงขึ้นจากเดิม

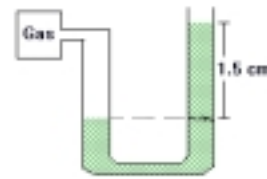
10 cm จะต้องออกแรงเพิ่มทางกระบอกสูบ A ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.07 เมตรกี่นิวตัน

- ก. 45.5 นิวตัน                                      ข. 22.7 นิวตัน  
ค. 14.5 นิวตัน                                      ง. 14.0 นิวตัน

15. มานอมิเตอร์บรรจุปรอทต่อกับถังบรรจุแก๊ส ดังรูป

ความดันบรรยากาศขณะนั้น 755 มิลลิเมตรของปรอท

จงหาความดันของแก๊สในถัง

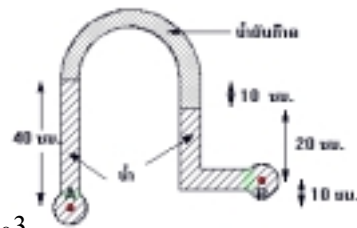


1. 740 mmHg                                      2. 760 mmHg  
3. 770 mmHg                                      4. 780 mmHg

16. จากรูป จงหาผลต่างของความดันที่จุด A และ B

ในหน่วย  $\text{N/m}^2$

(กำหนดความหนาแน่นที่เป็นน้ำมันก๊าด =  $800 \text{ kg/m}^3$ )

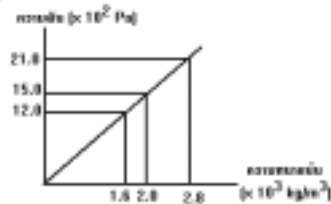


1.  $0.2 \times 10^3$                                       2.  $1.0 \times 10^3$   
3.  $1.2 \times 10^3$                                       4.  $4.0 \times 10^3$

17. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความหนาแน่น

ของของเหลวสามชนิด โดยให้ความลึกคงตัวเป็นดังรูป

ความลึกที่คงตัวนั้นมีค่าเท่าใด ในหน่วยเซนติเมตร



18. ประตูกั้นน้ำแห่งหนึ่งกว้าง 10 เมตร มีระดับน้ำในประตูสูง 8 เมตร นอกประตูสูง

4 เมตร จงหาแรงดันน้ำที่กระทำต่อประตูกั้นน้ำนี้

19. เครื่องอัดไฮดรอลิกสูบใหญ่มีพื้นที่ 10 เท่าลูกสูบเล็ก ถ้าออกแรงกดที่สูบเล็ก 5 นิวตัน

ปรากฏว่าสามารถยกน้ำหนักที่สูบใหญ่ได้มากที่สุด 40 นิวตัน

- ก. การได้เปรียบเชิงกลทางทฤษฎีเป็นเท่าใด
- ข. การได้เปรียบเชิงกลทางปฏิบัติเป็นเท่าใด
- ค. ประสิทธิภาพของเครื่องกลเป็นเท่าใด

20. เครื่องอัดไฮดรอลิกสูบใหญ่มีรัศมี 4 เท่าของเล็ก มีแขนคานอัดคดไว้ ซึ่งมีอัตราส่วนของแขนคานเป็น 5 : 1 ถ้าออกแรงกดที่ปลายคาน 5 นิวตัน จะสามารถยกน้ำหนักที่สูบใหญ่มากที่สุดได้เท่าใด

21(มข 36) มีเครื่องอัดไฮดรอลิก 2 เครื่อง เครื่อง x มีขนาดของลูกสูบเล็กเป็นสองเท่าของลูกสูบเล็กของเครื่อง Y แต่เครื่อง Y มีขนาดของลูกสูบใหญ่เป็นสองเท่าของลูกสูบใหญ่ของเครื่อง X เมื่อออกแรงที่เท่ากันกดลูกสูบเล็กของเครื่อง X และ Y ปรากฏว่าเครื่อง X จะยกน้ำหนักได้ 1000 ตัน อยากทราบว่าเครื่อง Y จะยกน้ำหนักได้กี่นิวตัน

- 1. 250
- 2. 500
- 3. 1000
- 4. 2000

22(มข 45) ลูกบอลทรงกลมลูกหนึ่งมีมวล 0.19 กิโลกรัม เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร เมื่อนำไปวางบนน้ำที่มีความหนาแน่น  $1.0 \times 10^3$  กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะมีแรงลอยตัวกี่นิวตัน

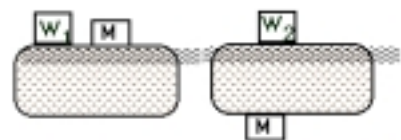
- 1. 33
- 2. 330
- 3. 4
- 4. 40

23(มข 41) วัตถุก้อนหนึ่งซึ่งได้ 10 กิโลกรัมในอากาศ 8 กิโลกรัมในน้ำ และ 8.5 กิโลกรัมในน้ำมันชนิดหนึ่ง ความหนาแน่นของน้ำมันชนิดนี้มีค่าเป็นกี่กิโลกรัม/เมตร<sup>3</sup>

- 1. 830
- 2. 560
- 3. 650
- 4. 750

24(มข 39) เรือลำหนึ่งทำจากโลหะผสม ซึ่งมีความหนาแน่น  $5 \times 10^3$  กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีปริมาตรภายนอกของเรือ 12 ลูกบาศก์เมตร โดยปริมาตรเนื้อโลหะผสมที่นำมาทำเป็นตัวเรือเท่ากับ 1 ลูกบาศก์เมตร เมื่อนำเรือนี้ไปลอยน้ำที่มีความหนาแน่น  $10^3$  กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ต้องใช้น้ำหนักบรรทุกทุกกี่กิโลกรัม จึงจะทำให้ปริมาตรส่วนจมของเรือเป็น  $\frac{1}{3}$  ของปริมาตรทั้งหมด

25(มข 44) นำโลหะ M วางทับท่อนไม้ที่กำลังลอยในทะเล เมื่อนำตุ้มน้ำหนัก  $W_1$  มวล 120.0 กรัม วางลงไปด้วย



จะทำให้ก้อนไม้จมน้ำทะเลพอดี ถ้านำชิ้นโลหะนี้ไปผูกกับก้อนไม้ได้น้ำทะเล จะต้องวางตุ้มน้ำหนัก  $W_2$  ขนาด 140.6 กรัม ก้อนไม้จึงจะจมน้ำทะเลพอดีกำหนดให้ความหนาแน่นของน้ำทะเลเป็น 1.03 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร จงหาปริมาตรของโลหะชิ้นนี้ตอบเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

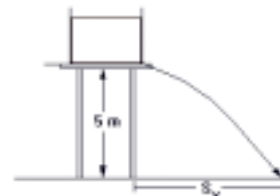
**26(En 43/1)** พลาสติกสองชิ้น A และ B B มีความหนาแน่นเป็น 1.5 เท่าของพลาสติก A ทั้งสองชิ้นเป็นรูปทรงเป็นทรงกระบอกกลม ถัดชิ้น A มีพื้นที่ฐานเป็นสองเท่าของชิ้น B เมื่อนำชิ้น A มาลอยน้ำ จะจมน้ำครึ่งหนึ่งของความสูงทรงกระบอกพอดี จงวิเคราะห์ว่า ถ้านำพลาสติกชิ้น B มาลอยน้ำ ชิ้น B จะจมน้ำกี่ส่วนของความสูงทรงกระบอก

1. จม 1/4 ของความสูงทรงกระบอก
2. จม 1/2 ของความสูงทรงกระบอก
3. จม 3/4 ของความสูงทรงกระบอก
4. จมทั้งชิ้น

**27(มข 38)** สำหรับการเคลื่อนที่ของลูกกลมโลหะในน้ำมันหล่อลื่นนั้น จะมีแรงกระทำต่อลูกกลมโลหะคือแรงลอยตัว แรงเนื่องจากความโน้มถ่วงของโลก และแรงหนืดจากน้ำมัน จงบอกว่าคุณสมบัติต่อไปนี้ข้อความใดถูก

1. หลังจากลูกกลมเคลื่อนที่ไปได้ระยะทางหนึ่ง ลูกกลมจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว เพราะแรงลัพธ์ที่กระทำต่อลูกกลมเป็นศูนย์
2. หลังจากลูกกลมเคลื่อนที่ไปได้ระยะทางหนึ่งลูกกลมจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว เพราะแรงลัพธ์ที่กระทำต่อลูกกลมมีค่าคงตัวไม่เป็น 0
3. ในช่วงต้น ๆ ของการเคลื่อนที่ลูกกลมเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง เพราะแรงเนื่องจากความโน้มถ่วงแปรผันตรงกับค่าความเร่งนี้
4. ในช่วงต้น ๆ ของการเคลื่อนที่ ลูกกลมเคลื่อนที่ด้วยความหน่วงเพราะแรงลัพธ์ที่กระทำต่อลูกกลมมีขนาดลดลง

**28.** แท่งน้ำเปิดสูง 1.5 เมตร มีน้ำอยู่ 1.25 เมตร ที่ก้นแท่งก้นด้านข้างมีท่อเปิดอยู่ และ แท่งน้ำตั้งอยู่สูงจากพื้น 5 เมตร จงหาอัตราเร็วของน้ำที่พุ่งออกจากท่อด้านล่าง



**29(มข 40)** ของเหลวชนิดหนึ่งไหลอย่างต่อเนื่องโดยไม่มี การหมุนไปตามท่อกลมซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดไม่สม่ำเสมอตลอด ความยาวท่อตั้งแสดงในรูปข้างล่าง ให้หาค่าความสูง  $d$  ที่แสดงในรูปในหน่วยของเซนติเมตร ถ้า  $A_1/A_2$  เท่ากับ 5/3 และ  $V_1$  เท่ากับ 60 เซนติเมตร/วินาที

