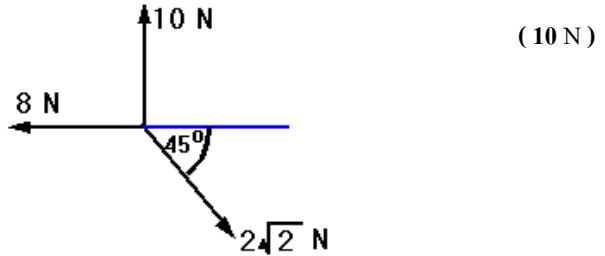


ฟิสิกส์ บทที่ 8 สมดุลและสภาพยืดหยุ่น

ตอนที่ 1 สมดุลต่อการเคลื่อนที่

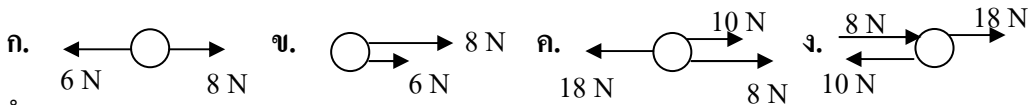
1. จากรูป จงหาแรงลัพธ์

วิธีทำ



สมดุลต่อการเคลื่อนที่ คือ ภาวะที่วัตถุอยู่นิ่งๆ หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ภาวะนี้จะมีค่าความเร่ง (a) เป็นศูนย์  
 สมดุลต่อการเคลื่อนที่ จะเกิดเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์

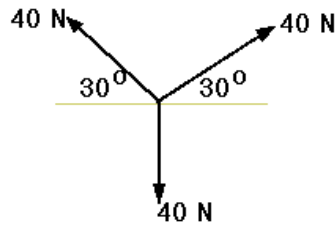
2. ระบบในข้อใดต่อไปนี้อยู่ในภาวะสมดุล



วิธีทำ

3. จงตรวจสอบว่าระบบอยู่ในภาวะ  
สมดุลหรือไม่ (สมดุล)

วิธีทำ



จากตัวอย่างที่ผ่านมา โปรดสังเกตว่า สมดุลต่อการเคลื่อนที่จะเกิดเมื่อ

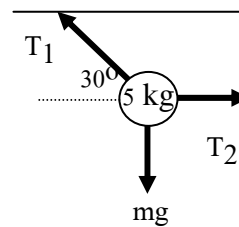
$$\sum F_y = 0 \quad \text{นั่นคือ} \quad \text{แรงขึ้น} = \text{แรงลง}$$

$$\text{และ} \quad \sum F_x = 0 \quad \text{นั่นคือ} \quad \text{แรงซ้าย} = \text{แรงขวา}$$

4. จากรูป หากระบบอยู่ในภาวะสมดุล จงหาขนาด  
ของแรงดึงเชือก  $T_1$  และ  $T_2$

วิธีทำ

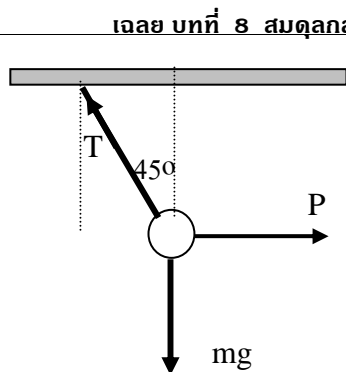
$$(100 \text{ N}, 50\sqrt{3} \text{ N})$$



5. จากรูปมวล  $\sqrt{2}$  กิโลกรัม ผูกเชือกแขวนเพดาน ถูกแรงผลัก P ผลักไปทางขวา มีแรงดึงเชือก(T) และ น้ำหนักกระทำดังรูป จงหาว่าขนาดของแรงดึงเชือก (T) และแรงผลัก (P)

วิธีทำ

( 20 N ,  $10\sqrt{2}$  N )



6(En 27) ชายคนหนึ่งมีมวล 55 กิโลกรัม ห้อยอยู่ด้วย เชือกสองเส้น ดังในรูปจงหาความตึงในเส้นเชือกทั้งสอง (  $\sin 15^\circ = 0.25$  ,  $\cos 15^\circ = 0.96$  ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$  )

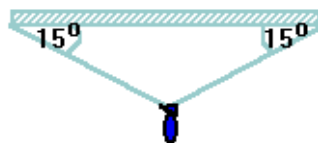
ก. 275 นิวตัน

ข. 540 นิวตัน

ค. 550 นิวตัน

ง. 1100 นิวตัน (ข้อ ง)

วิธีทำ



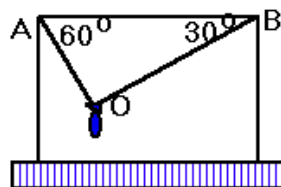
7. ชายคนหนึ่งมวล 80 กิโลกรัม โหนเชือกเบาที่จุด O โดยปลายของเชือกทั้งสองข้างไปผูกไว้แน่นกับเสาที่ A และ B แรงดึงในเส้นเชือก AO และ BO เป็นเท่าไร

1. 400 และ  $400\sqrt{3}$  นิวตัน

2.  $400\sqrt{3}$  และ 400 นิวตัน

3. 300 และ  $300\sqrt{3}$  นิวตัน

4.  $300\sqrt{3}$  และ 300 นิวตัน (ข้อ 2)



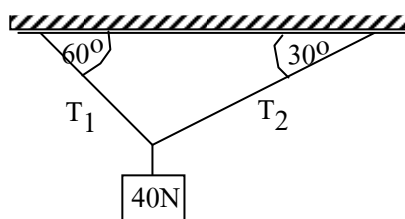
วิธีทำ

8. จากรูป นำเชือกผูกกับก้อนน้ำหนัก 40 นิวตัน

จงหาขนาดของแรงดึงในเส้นเชือก  $T_1$  และ  $T_2$

วิธีทำ

( $20\sqrt{3}$  N, 20 N)

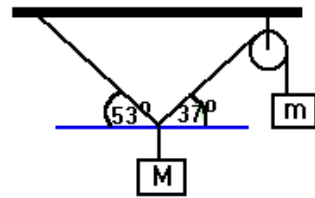


9. วัตถุ M และ m สมดุลกันดังรูปอัตราส่วน M/m คือ

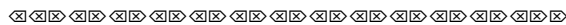
(กำหนด  $\sin 37^\circ = \frac{3}{5}$ )

(ข้อ ข)

- ก. 4/3      ข. 5/3      ค. 7/5      ง. 8/5



วิธีทำ



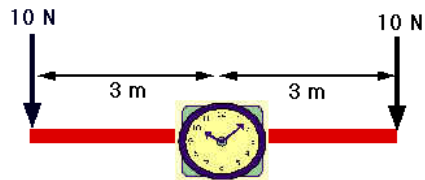
**ตอนที่ 2 สมดุลต่อการหมุน**

สมดุลต่อการหมุน คือ ภาวะที่วัตถุไม่หมุน หรือหมุนด้วยความเร็วคงที่

โมเมนต์ คือ แรง x ระยะห่างจากจุดหมุน วัดมาตตั้งฉากกับแรงนั้น

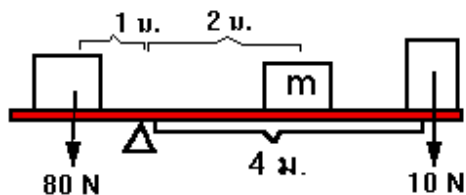
สมดุลต่อการหมุนจะเกิดเมื่อ

$$\Sigma \text{โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา} = \Sigma \text{โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา}$$

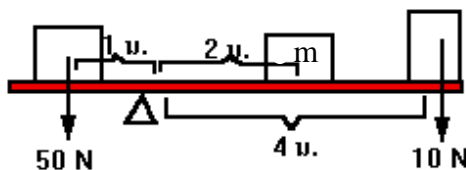


10. ตามรูปเป็นคานเบาอันหนึ่ง ถ้าวาง m ควรมีค่ากี่กิโลกรัม จึงจะทำให้คานอยู่ใน ภาวะสมดุล (2)

วิธีทำ

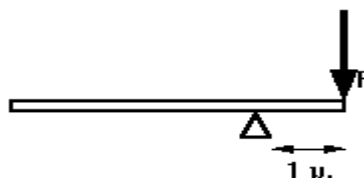


11. ตามรูปเป็นคานเบาอันหนึ่ง ถ้าวาง  $m$  ควรมีค่ากี่กิโลกรัม จึงจะทำให้คานอยู่ในภาวะสมดุล (0.5)



วิธีทำ

12. คานอันหนึ่งยาว 6 เมตรหนัก 8 นิวตัน มีจุดหมุนอยู่ห่างจากปลายข้างหนึ่ง 1 เมตร ตามรูป ต้องใช้แรง  $F$  เท่าใด จึงจะทำให้คานนี้อยู่ในสภาพสมดุล (16 N)



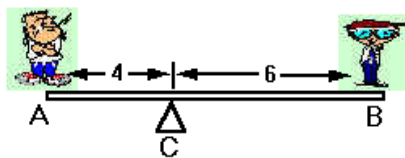
วิธีทำ

13. จากรูปเป็นไม้คานมีจุดหมุนอยู่ที่ระยะห่างจากปลายขวา 2 เมตร มีชายคนหนึ่งมวลด 60 กิโลกรัม ขึ้นอยู่บนคานนั้น จงหาว่าคานนี้ควรมีมวลกี่กิโลกรัมจึงจะอยู่ในภาวะสมดุล (40 กิโลกรัม)



วิธีทำ

14. นาย A และนาย B ยืนอยู่ปลายกระดานหกคนละ  
 ด้าน มวลของกระดาน 5 กิโลกรัม จุดหมุนอยู่ที่ C  
 ถ้านาย A มีมวล 60 กิโลกรัม นาย B จะมีมวลกี่  
 กิโลกรัม

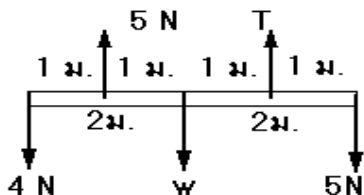


1. 50                                      2. 49                                      3. 40                                      4. 39                                      (ข้อ 4)

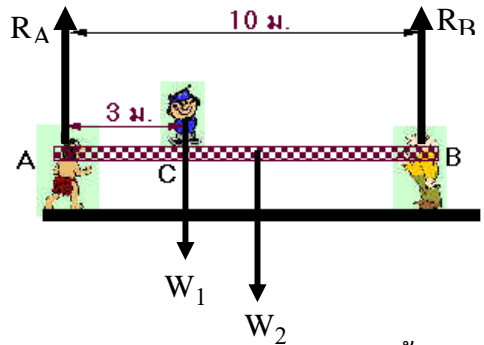
วิธีทำ

15. จากรูปให้หา T และ W ว่าเป็นแรง  
 ที่มีขนาดเท่าใด                      (7 N, 3 N)

วิธีทำ



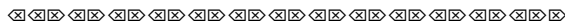
16. ตามรูป นาย A และนาย B แยกกระดานสมำ  
 เสมยาว 10 เมตร มีมวล 20 กิโลกรัม ใน  
 แนวระดับเด็กคนหนึ่งยืนบนกระดานที่จุด C มี  
 มวล 5 กิโลกรัม นาย A และ นาย B จะต้อง  
 ออกแรงคนละกี่นิวตัน



- 1. 155 , 135 นิวตัน
- 2. 115 , 85 นิวตัน
- 3. 135 , 115 นิวตัน
- 4. 85 , 115 นิวตัน

( ข้อ 3 )

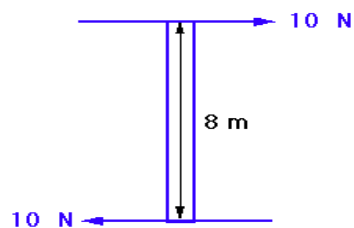
วิธีทำ



**ตอนที่ 3 แรงคู่ควบ การได้เปรียบเชิงกล และ ประสิทธิภาพเชิงกล**

แรงคู่ควบ คือ แรง 2 แรง ซึ่งมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

- 1) มีค่าเท่ากัน
- 2) มีทิศตรงกันข้าม
- 3) อยู่ในแนวที่ขนานกัน



โมเมนต์ของแรงคู่ควบ = ขนาดของแรงหนึ่งแรงใด x ระยะห่างของแรงทั้งสอง



17(มข 28) แรง 2 แรง ขนานกันแต่มีทิศตรงกันข้ามขนาด 50 นิวตัน เท่ากัน แนวแรงทั้งสองห่างกัน 10 เซนติเมตร โมเมนต์ของแรงคู่นี้รอบจุดใด ๆ ที่อยู่ระหว่างแนวแรงทั้งคู่จะเป็นเท่าใด (ข้อ ค.)

ก. 25 N.m

ข. 500 N.m

ค. 5 N.m

ง. หาไม่ได้

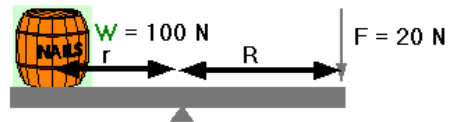
วิธีทำ

18. ชายคนหนึ่งขับรถเลี้ยวซ้าย เกิดโมเมนต์ของแรงคู่ควบที่พวงมาลัย 200 นิวตัน-เมตร ถ้าพวงมาลัยมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 เมตร จงหาแรงที่มือแต่ละข้างดึงพวงมาลัย (500 N)

วิธีทำ

การได้เปรียบเชิงกล (MA) คือ จำนวนเท่าตัวที่ได้เปรียบ

เช่น ในรูปภาพ เมื่อใช้แรง (F) 20 นิวตัน  
จะยกน้ำหนัก (W) ได้ 100 นิวตัน



เรียกได้ว่า การได้เปรียบเชิงกล (MA) = 5 เท่าตัว

เราสามารถหาค่าการได้เปรียบเชิงกลได้จาก

$$\text{M.A.} = \frac{W}{F}$$

หรือ

$$\text{M.A.} = \frac{R}{r}$$

เมื่อ M.A คือ การได้เปรียบเชิงกล

W คือ น้ำหนักที่ยกได้

F คือ แรงที่ใช้ยก

R คือ ระยะห่างจากจุดหมุนถึงแรงที่ใช้

r คือ ระยะห่างจากจุดหมุนถึงแรงที่ได้

ประสิทธิภาพเชิงกล (Eff) คือ เปอร์เซนต์ที่บอกคุณภาพเครื่องมือ

เช่น สมมุติ ตามทฤษฎี น้ำหนักยกได้เป็น 100 นิวตัน แต่เมื่อยกจริง ยกได้ 70 นิวตัน

เรียกได้ว่า ประสิทธิภาพเชิงกล (Eff) = 70%

เราสามารถหาค่า ประสิทธิภาพเชิงกลได้จาก

$$\text{Eff} = \frac{W/F}{R/r} \times 100\%$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักที่ยกได้จริง (ไม่ใช่ตามทฤษฎี)

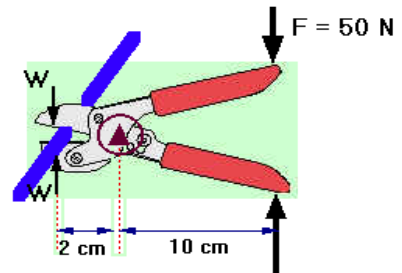
19. กรรไกรตัดลวดมีระยะระหว่างลวดและจุดหมุนเป็น

2 เซนติเมตร ระยะระหว่างจุดหมุนและมือเป็น 10

เซนติเมตร ออกแรง F 50 N บีบขากรรไกรดังรูป

ก. แรงที่กระทำต่อลวดเป็นเท่าใด (250 N)

ข. การได้เปรียบเชิงกลเป็นเท่าใด (5 เท่า)



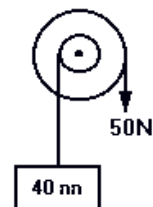
วิธีทำ

20(มข41) โดยการใช้ล้อและเพลาดังรูป สามารถยกวัตถุมวล 40 กิโลกรัม

โดยใช้แรง 50 นิวตัน กระทำที่ขอบของล้อรัศมีของล้อ และเพลา มีค่า

เท่ากับ 96 และ 6 เซนติเมตร ตามลำดับ จงหาประสิทธิภาพเครื่องกลนี้

1. 40%      2. 50%      3. 78%      4. 80% (ข้อ 2)



วิธีทำ

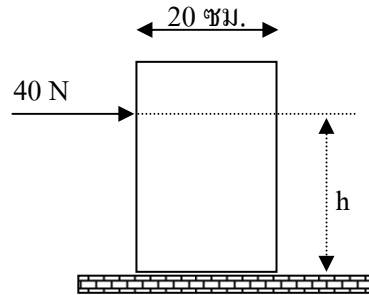


### ตอนที่ 5 โจทย์ประยุกต์เกี่ยวกับสมดุล

23. ก่อตั้งสี่เหลี่ยมกว้าง 20 ซม. สูง 40 ซม. หนัก 100 นิวตัน ถูกแรงกระทำ 40 นิวตัน ณ จุดสูงเท่ากับ  $h$  จงหาว่าความสูง  $h$  มีค่าเท่าใด จึงจะทำให้ก้อนนี้เริ่มล้มพอดี

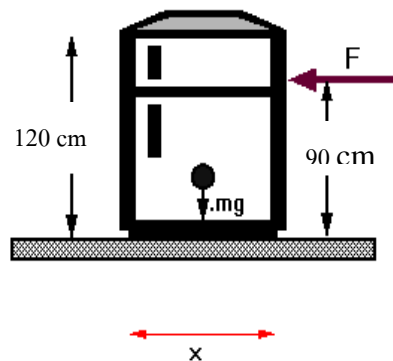
1. 20 ซม.
2. 25 ซม.
3. 30 ซม.
4. 35 ซม. (ข้อ 2.)

#### วิธีทำ

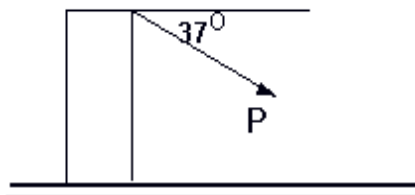


24(En 44/1) ออกแรง  $F = 160$  นิวตัน ผลักตู้เย็น 40 กิโลกรัม บนพื้นฝืดที่ความสูง 90 เซนติเมตร จากพื้นโดยตู้เย็นไม่ล้ม จงหาความกว้างน้อยที่สุดของฐานตู้เย็น ( $x$ ) ในหน่วยเซนติเมตร กำหนดให้ความสูงของตู้เย็นคือ 120 เซนติเมตรและจุดศูนย์กลางมวลอยู่สูงจากพื้น 40 เซนติเมตร ดังรูป (72 cm)

#### วิธีทำ



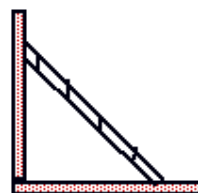
25(En 43/2) ก่อ่งวัตถุรูปสี่เหลี่ยมมีมวลสม่ำเสมอ  
ฐานกว้าง 0.2 เมตร สูง 0.5 เมตร มีน้ำหนัก  
200 นิวตัน วางอยู่บนพื้นที่ยึดมาก ถ้าออกแรง  
P กระทำต่อวัตถุในแนวทำมุม  $37^\circ$  กับแนว  
ระดับ ดังรูป จะต้องออกแรงเท่าใดจึงจะทำให้วัตถุล้มพอดี



1. 25 N                      2. 50 N                      3. 75 N                      4. 100 N (ข้อ 2)

### วิธีทำ

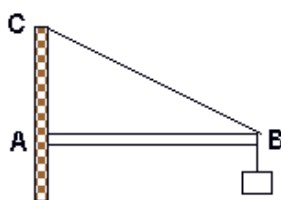
26. บันไดสามเหลี่ยมยาว 10 เมตรหนัก 400 นิวตัน ปลายบนพิง  
กำแพงเกลี้ยงตรงจุดซึ่งอยู่สูงจากพื้น 8 เมตร โดยบันไดยันกับ  
พื้นจรุขระห่างจากกำแพง 6 เมตร



- ก. จงหาแรงที่ยันปลายบันไดไม่ให้ไถลลงมา (150 N)  
ข. ถ้ามีวัตถุหนัก 100 นิวตัน วางอยู่ปลายบันไดด้านล่างห่างขึ้นมา  $\frac{1}{4}$  ของความยาว  
ของบันได จงหาแรงเสียดทานที่พื้นราบ (168.75 N)

### วิธีทำ

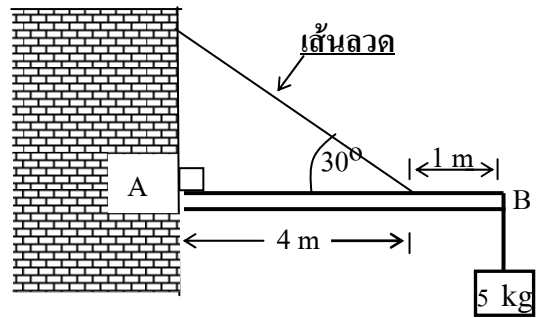
27(มข 37) AB เป็นท่อนไม้ขนาดสม่ำเสมอยาว 4 เมตร  
หนัก 4 กิโลกรัม ปลาย A ถูกยึดไว้กับผนังอาคาร  
ด้วยบานพับ ปลาย B ผูกด้วยเส้นลวดโลหะ BC  
ยาว 5 เมตร ทำให้ AB อยู่ในแนวระดับและที่ปลาย  
B นี้มีวัตถุหนัก 28 กิโลกรัมแขวนดังรูป จงหาแรงดึงลวด BC



1. 466.7 นิวตัน      2. 46.7 นิวตัน      3. 500 นิวตัน      4. 50 นิวตัน (ข้อ 3)

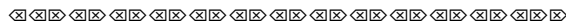
วิธีทำ

28(มข 47) เส้นลวดดึงคาน AB ซึ่งมีมวล 5 กิโลกรัมแขวนไว้ที่ปลาย B ถ้าคานสม่ำเสมอมีน้ำหนัก 20 นิวตัน ยาว 5 เมตร มีปลาย A ตรึงติดกำแพง คานสมดุลอยู่ได้ ดังรูป จงหาว่าแรงดึงเส้นลวดมีค่ากี่นิวตัน



วิธีทำ

(150)

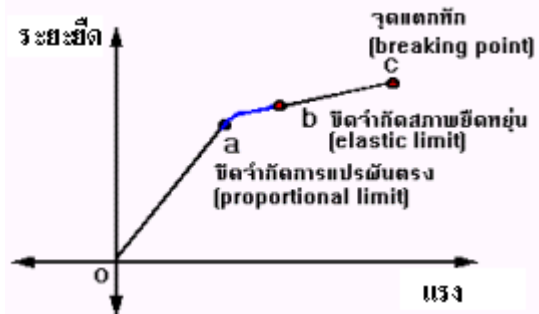
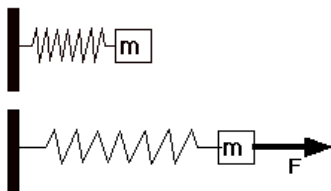


**ตอนที่ 6 สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง**

**สภาพพลาสติก (plasticity)** คือ สมบัติของวัตถุที่มีการเปลี่ยนรูปร่างไปอย่างถาวร โดยผิววัตถุไม่ฉีกขาดหรือแตกหัก

**สภาพยืดหยุ่น (elasticity)** คือ สมบัติของวัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมื่อมีแรงกระทำ และสามารถคืนตัวกลับสู่สภาพเดิมเมื่อหยุดออกแรงกระทำ

พิจารณาตัวอย่าง



ช่วง oa แรงกับระยะยืดจะแปรผันตรงต่อกัน และเมื่อหมดแรงกระทำสปริงจะคืนสภาพเดิมได้  
 ช่วง ab เมื่อแรงกระทำหมดไป สปริงจะคืนสภาพได้ แต่แรงกับระยะยืดไม่แปรผันตรงต่อกัน  
 ช่วง bc เมื่อแรงกระทำหมดไป สปริงจะไม่คืนสภาพเดิม เมื่อถึงจุด c สปริงจะขาด

29. สภาพพลาสติก คือ .....  
 สภาพยืดหยุ่น คือ .....

30. หากออกแรงกระทำเกินขีดจำกัดความยืดหยุ่นกระทำต่อสปริง จะทำให้สปริง.....  
 .....

แรงเค้น (F) คือ แรงดึงคู่ระหว่างโมเลกุลภายในของแข็งที่เพิ่มขึ้น

ความเค้น (σ) คือ อัตราส่วนระหว่าง แรงเค้น ต่อพื้นที่หน้าตัด

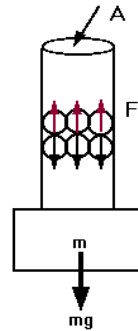
เขียนเป็นสมการจะได้

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

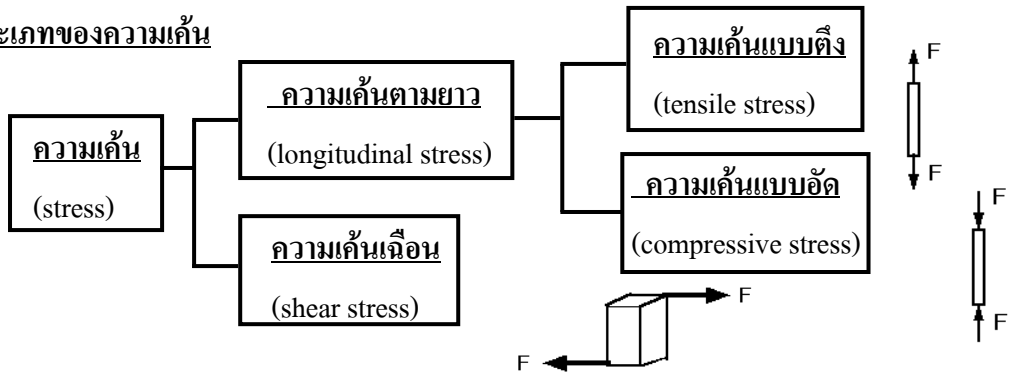
เมื่อ σ คือ ความเค้น (N / m<sup>2</sup>)

F คือ แรงเค้น (N)

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



ประเภทของความเค้น



ความเครียด (ε) คือ อัตราส่วนระหว่างความยาวที่เปลี่ยนไป ต่อความยาวเดิม

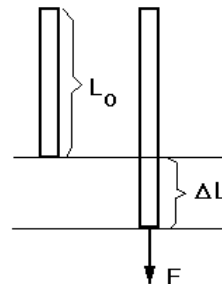
เขียนเป็นสมการจะได้

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

เมื่อ ε คือ ความเครียดตามยาว

ΔL คือ ความยาวที่เปลี่ยนไป (m)

L<sub>0</sub> คือ ความยาวเดิม (m)





**ค่ามอดูลัสของยัง (Young' s modulus)**

คือ ค่าคงที่ หาได้จากอัตราส่วนของความเค้นต่อความเครียด

เขียนเป็นสมการจะได้

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

$$E = \frac{\left(\frac{F}{A}\right)}{\left(\frac{\Delta L}{L_0}\right)}$$

$$E = \frac{F}{A} \frac{L_0}{\Delta L}$$

เมื่อ  $E$  = ค่ามอดูลัสของยัง ( $\text{N/m}^2$ ) $\sigma$  = ความเค้น ( $\text{N/m}^2$ ) $\epsilon$  = ความเครียด

31. ในการทดลองหาค่ามอดูลัสโดยใช้น้ำหนัก 450 กิโลกรัม แขนงไว้ที่ปลายลวดเหล็กยาว 2 เมตร พื้นที่หน้าตัด 0.15 ตารางเซนติเมตร ปรากฏว่าลวดยืดออก 0.3 เซนติเมตร จงหาความเค้น ( $3 \times 10^8$  นิวตัน/เมตร<sup>2</sup>)

วิธีทำ

32. จากข้อที่ผ่านมา จงหาความเครียด

 $(1.5 \times 10^{-3})$ วิธีทำ

33. จากข้อที่ผ่านมา จงหาค่ามอดูลัสของยังของลวดเหล็กนี้

 $(2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2)$ วิธีทำ

34(En 42/2) แขนงมวล 400 กิโลกรัม กับเส้นลวดโลหะชนิดหนึ่งยาว 10 เมตร มีพื้นที่หน้าตัด  $2 \times 10^{-4}$  เมตร<sup>2</sup> เส้นลวดนี้จะยืดออกเป็นเท่าใด ถ้ากำหนดให้ค่ายังมอดูลัสของเส้นนี้ 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 (ข้อ 1.)

วิธีทำ

35. ลวดโลหะชนิดหนึ่งมีความยาว 1 เมตร ค่ามอดูลัสของยังเป็น  $2.5 \times 10^{11}$  นิวตัน/ตารางเมตร พื้นที่ภาคตัดขวาง 2 ตารางมิลลิเมตร นำไปยึดติดกับวัตถุมวล  $m$  ทำให้ลวดยืดออกไปอีก 0.01 เมตร จงหาขนาดของมวล  $m$  ในหน่วยกิโลกรัม

1. 500                      2. 1000                      3. 2000                      4. 5000 (ข้อ 1.)

วิธีทำ

36. แท่งโลหะอันหนึ่งมีพื้นที่ภาคตัดขวาง 3 ตารางเซนติเมตร และมีค่ามอดูลัสของยังเท่ากับ  $2 \times 10^{11}$  นิวตัน/เมตร<sup>2</sup> จงหาว่าจะต้องออกแรงดึงกี่นิวตัน จึงจะทำให้แท่งโลหะมีความยาวเพิ่มขึ้น 0.01 เปอร์เซนต์

1. 5000

2. 5700

3. 6000

4. 7000

(ข้อ 3)

วิธีทำ

37(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.  $\frac{100}{27}$ 

(ข้อ 3.)

วิธีทำ

38. ลวด 2 เส้น ทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน ถ้าลวด A ยาวเป็นครึ่งหนึ่งของลวด B แต่กลับมีรัศมี 2 เท่าของลวด B ถ้าต้องการดึงลวดทั้งสองให้ยืดออกมา โดยให้ความยาวที่ยืดออกมามีขนาดเท่ากัน แรงที่ใช้ยืดลวด A ต้องมีขนาดเท่าใด

1.  $1/8$  ของแรงที่ใช้ยืดลวด B
2. 2 เท่าของแรงที่ใช้ยืดลวด B
3. 4 เท่าของแรงที่ใช้ยืดลวด B
4. 8 เท่าของแรงที่ใช้ยืดลวด B (ข้อ 4)

วิธีทำ

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

1.  $64 \times 10^6 \text{ N/m}^2$
2.  $48 \times 10^6 \text{ N/m}^2$
3.  $40 \times 10^6 \text{ N/m}^2$
4.  $32 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  (ข้อ 2.)

วิธีทำ

40(มข 42) ลวดเหล็กสำหรับดึงลิฟต์เครื่องหนึ่งมีขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น  $2 \times 10^8 \text{ N/m}^2$  และมีพื้นที่หน้าตัด  $0.9 \text{ cm}^2$  ถ้าลิฟต์นี้มีความสามารถเคลื่อนที่ขึ้นไปด้วยความเร่งสูงสุด  $8 \text{ m/s}^2$  มวลในหน่วยของกิโลกรัมของตัวลิฟต์และสัมภาระในลิฟต์จะมีค่ามากที่สุดเท่าใด (1000 kg)

วิธีทำ

