บทที่ 16 ของแข็งและของไหล

ของแข็ง

1. ความเค้น (Stress) $\sigma = \frac{F}{A}$

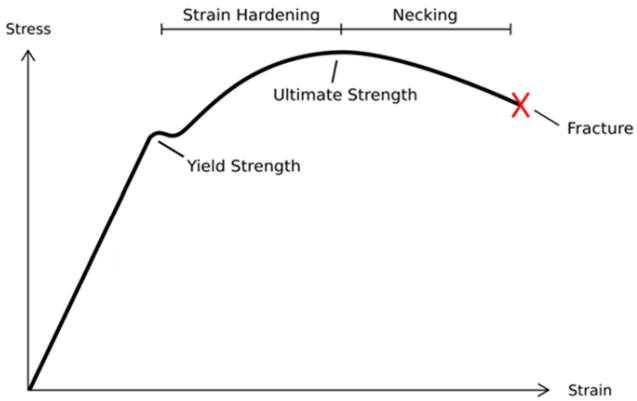
- **คือ :** แรงที่กระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่หน้าตัดของวัตถุ
- **ตัวแปร:** F = แรงที่กระทำ (N) (ในที่นี้มักเป็นแรงดึงหรือแรงอัด ที่ตั้งฉากกับพื้นที
  A = พื้นที่หน้าตัด (m^2)
- **หน่วย:** N/m^2 หรือ พาสคัล (Pa)

2. ความเครียด (Strain) $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$

- **คืออะไร:** อัตราส่วนของความยาวที่เปลี่ยนไป ต่อความยาวเดิม
  ΔL = ความยาวที่เปลี่ยนไป (ยืดออก หรือ หดเข้า) (m)
  L_0 = ความยาวเดิม (m)
- **หน่วย:** ไม่มีหน่วย (เพราะเป็นอัตราส่วน)

3. มอดุลัสของยัง (Young's Modulus), $Y = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{FL_0}{A\Delta L}$

- **คือ** ค่าคงที่ที่บอกถึง **ความแข็งแกร่ง** หรือ **ความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความยาว** ของวัสดุ เป็นค่าเฉพาะตัวของวัสดุนั้นๆ
- **อธิบาย:** Y **คืออัตราส่วนระหว่างความเค้นต่อความเครียด (ในขอบเขตที่ยังยืดหยุ่นได้)**
  - ถ้า Y **สูง** แปลว่าวัสดุนั้น **แข็งแกร่ง** (Stiff) ต้องใช้แรงมากในการทำให้ยืด (เช่น เหล็ก)
  - ถ้า Y **ต่ำ** แปลว่าวัสดุนั้น **ยืดหยุ่นง่าย** (Flexible) (เช่น ยาง)



1. ***ถ้าใช้ลวดเหล็กกล้าเส้นหนึ่งยาว 4 เมตร มีพื้นที่หน้าตัด 0.8 ตารางเซนติเมตร ผูกวัตถุมวล 7000 กิโลกรัม แขวนห้อยไว้ในแนวดิ่ง ลวดเหล็กกล้านี้จะยืดออกจากเดิมเท่าใด***

กำหนด *เหล็กกล้ามีค่ามอดูลัสของยังเท่ากับ* 20×10^{10} *นิวตันต่อตารางเมตร*

1. 0.86 cm

2. 1.72 cm

3. 3.56 cm

4. 5.60 cm

4. 12.2 cm

2. **ลวดทองแดงและลวดเหล็กกล้ามีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 0.5 ตารางมิลลิเมตร และมีความยาว 1 เมตรเท่ากัน**

กำหนด ค่ามอดูลัสของยังสำหรับลวดทองแดงเป็น 1.2×10^{11} นิวตันต่อตารางเมตร

ค่ามอดูลัสของยังสำหรับเหล็กกล้าเป็น 2×10^{11} นิวตันต่อตารางเมตร

ถ้าลวดทั้งสองมีน้ำหนัก 100 นิวตันแขวนที่ปลายลวด ความเค้นของลวดทั้งสองต่างกันเท่าใด และลวดทั้งสองจะยืดออกจากเดิมต่างกันเท่าใด

	ผลต่างของความเค้น (นิวตันต่อตารางเมตร)	**ระยะยืดต่างกัน (เมตร)**
1.	0	0.67×10^{-3}
2.	0	0.83×10^{-3}
3.	2×10^{8}	0.33×10^{-3}
4.	2×10^{8}	1.17×10^{-3}
5.	4×10^{8}	1.50×10^{-3}

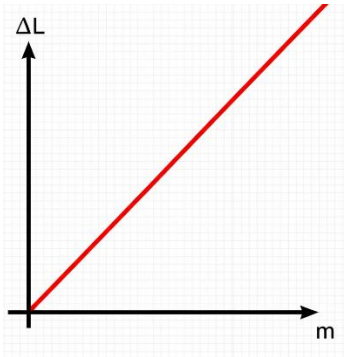
3. *ใช้ลวด x ยาว 1 เมตร แขวนวัตถุมวล 10 กิโลกรัม ลวด x ยืดออก 1 มิลลิเมตร และใช้ลวด y ยาว 1.5 เมตร แขวนวัตถุมวล 20 กิโลกรัม ลวด y ยืดออก 2 มิลลิเมตร รัศมีของพื้นที่หน้าตัดของลวด x เป็นสองเท่าของรัศมีของพื้นที่หน้าตัดของลวด y อัตราส่วนของค่ามอดูลัสยังของลวด x และลวด y มีค่าเท่าใด*

    1. 1 : 2
    2. 1 : 3
    3. 2 : 3
    4. 3 : 4
    5. 4 : 3

4. *ลวดเหล็กกล้าสำหรับดึงลิฟต์เครื่องหนึ่งมีขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น 2×10^8 นิวตันต่อตารางเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร เมื่อตัวลิฟต์และสัมภาระในลิฟต์มีมวล 2000 กิโลกรัม สามารถใช้ลวดนี้ดึงลิฟต์ให้เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่งสูงสุดเท่าไร จึงจะไม่ยืดเกินขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น*

    1. 4.8 เมตร/วินาที^{2}
    2. 7.7 เมตร/วินาที^{2}
    3. 9.8 เมตร/วินาที^{2}
    4. 12.5 เมตร/วินาที^{2}
    5. 17.7 เมตร/วินาที^{2}

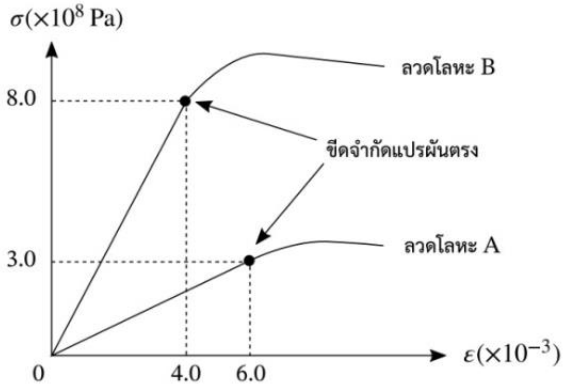
5. *(วิชาสามัญ เม.ย. 64) นำลวดโลหะเส้นหนึ่งที่มีพื้นที่หน้าตัด A ยาว L0 มาแขวนด้วยมวล m ขนาดต่าง ๆ กันที่ปลายของลวดโลหะ แล้ววัดความยาวที่เปลี่ยนไปของลวดโลหะเทียบกับความยาวเริ่มต้น พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวที่เปลี่ยนไปของลวดโลหะ (delta L) กับ มวลที่ใช้แขวน (m) มีแนวโน้มเป็นดังกราฟ*



ถ้าใช้กราฟข้างต้นหาค่ามอดุลัสของยัง Y ของลวดโลหะเส้นนี้จะหาได้จากสมการใด กำหนดให้ k คือ ความชันของกราฟ และ g คือ ความเร่งโน้มถ่วงของโลก

1. $Y = kgL_0A$
2. $Y = kA / gL_0$
3. $Y = A / kgL_0$
4. $Y = kgL_0 / A$
5. $Y = gL_0 / kA$

6. *ลวดโลหะ A และ B มีพื้นที่หน้าตัด 10.0 และ 2.0 ตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ กำหนดให้ ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น $(\boldsymbol{\sigma})$ และความเครียด $(\boldsymbol{\varepsilon})$ ของลวดโลหะทั้งสองเป็นดังกราฟ หากต้องการลวดโลหะที่ทนต่อแรงภายนอกที่มากระทำได้มากกว่า โดยยังสามารถกลับมามีความยาวเท่าเดิมควรเลือกโลหะใด และมอดุลัสของยังของลวดโลหะดังกล่าวมีค่ากี่พาสคัล (วิชาสามัญ 65)*



1. ลวดโลหะ A และ $2.0\ x\ 10^{-11}$ พาสคัล
2. ลวดโลหะ A และ $5.0\ x\ 10^{10}$ พาสคัล
3. ลวดโลหะ B และ $5.0\ x\ 10^{-12}$ พาสคัล
4. ลวดโลหะ B และ $8.0\ x\ 10^{8}$ พาสคัล
5. ลวดโลหะ B และ $2.0\ x\ 10^{11}$ พาสคัล

7. (1 – 21) ลวด A และ B มีความยาวเท่ากันและมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน ปลายบนตรึงไว้กับเพดาน เมื่อแขวนน้ำหนักที่ปลายล่าง จะต้องแขวนน้ำหนักที่ลวด A เป็น 2 เท่าของน้ำหนักที่แขวนที่ลวด B จึงจะได้ระยะยืดเท่ากัน

พิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. ลวด A มีแรงเค้นเท่ากับลวด B

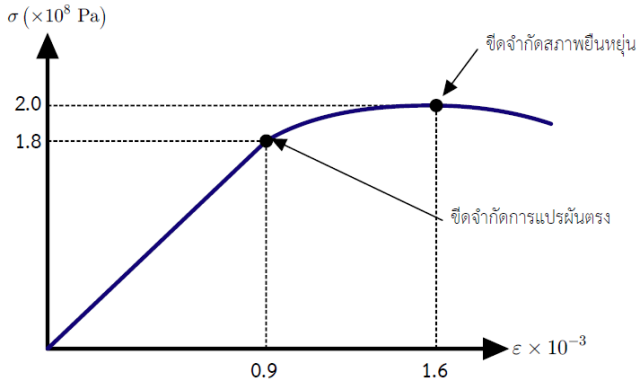
ข. ลวด A มีค่ามอดุลัสของยังเป็น 2 เท่าของลวด B

ค. ถ้าได้รับแรงกระทำจากภายนอกเท่ากัน ลวด A มีความเครียดมากกว่าลวด B

ข้อความใดถูกต้อง

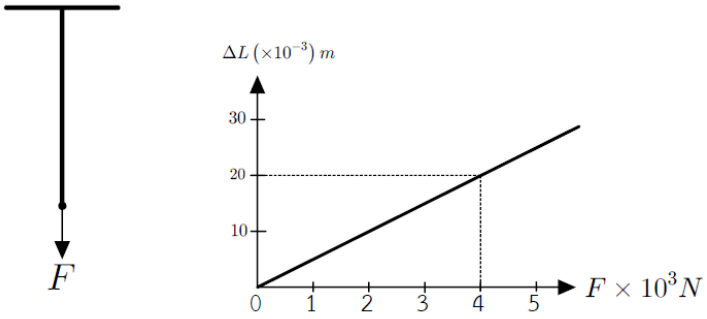
1. ก. เท่านั้น
2. ข. เท่านั้น
3. ค. เท่านั้น
4. ก. และ ข.
5. ข. และ ค.

8. (2 – 8) ลวดโลหะชนิดหนึ่งใช้สำหรับดึงลิฟต์เครื่องหนึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด ดังกราฟ ลิฟต์จะเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่งขนาดสูงสุดได้เท่าใด จึงยังสามารถหดกลับมามีความยาวเท่าเดิมได้ และลวดโลหะมีค่ามอดุลัสของยังเท่ากับกี่พาสคัล กำหนดให้ ลิฟต์มีมวล 2,000 กิโลกรัม และลวดโลหะมีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร



1. ลิฟต์มีขนาดความเร่งสูงสุด 0.2 เมตรต่อวินาที^{2} และลวดมีค่ามอดุลัสเท่ากับ 1.25 x 10^{11} พาสคัล
2. ลิฟต์มีขนาดความเร่งสูงสุด 1.2 เมตรต่อวินาที^{2} และลวดมีค่ามอดุลัสเท่ากับ 1.25 x 10^{11} พาสคัล
3. ลิฟต์มีขนาดความเร่งสูงสุด 0.2 เมตรต่อวินาที^{2} และลวดมีค่ามอดุลัสเท่ากับ 2.00 x 10^{11} พาสคัล
4. ลิฟต์มีขนาดความเร่งสูงสุด 1.2 เมตรต่อวินาที^{2} และลวดมีค่ามอดุลัสเท่ากับ 2.00 x 10^{11} พาสคัล
5. ลิฟต์มีขนาดความเร่งสูงสุด 1.2 เมตรต่อวินาที^{2} และลวดมีค่ามอดุลัสเท่ากับ 1.50 x 10^{11} พาสคัล

9. (3-15) ลวดโลหะเบาเส้นหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 2.0 ตารางมิลลิเมตร ยาว 2.0 เมตร ถ้าดึงด้วยแรง F ดังรูป พบว่า ลวดโลหะนี้ยืดตามแรงดึงดังกราฟ ค่ามอดูลัสของยังของเส้นลวดมีค่าเท่าใด



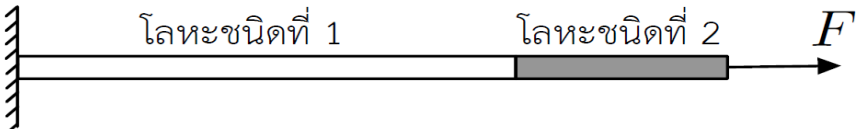
1. 1.0 X 10^{11} นิวตันต่อตารางเมตร
2. 1.5 X 10^{11} นิวตันต่อตารางเมตร
3. 2.0 X 10^{11} นิวตันต่อตารางเมตร
4. 2.5 X 10^{11} นิวตันต่อตารางเมตร
5. 4.0 X 10^{11} นิวตันต่อตารางเมตร

10. (4 - 15) ลวด 2 เส้น ทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน ถ้าลวด A ยาวเป็นครึ่งหนึ่งของลวด B แต่กลับมีเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 2 เท่าของลวด B ถ้าต้องการดึงลวดทั้งสองให้ยืดออกมา โดยให้ความยาวที่ยืดออกมามีขนาดเท่ากันแรงที่ใช้ยืดลวด A ต้องมีขนาดเท่าใด

1. 8 เท่าของแรงที่ใช้ยืดลวด B
2. 6 เท่าของแรงที่ใช้ยืดลวด B
3. 4 เท่าของแรงที่ใช้ยืดลวด B
4. 2 เท่าของแรงที่ใช้ยืดลวด B
5. 0.125 เท่าของแรงที่ใช้ยืดลวด B

11. (5-15). ลวดโลหะเส้นหนึ่งประกอบด้วยโลหะสองชนิดต่อกันอยู่ มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากันโดยโลหะชนิดที่ 1 ยาวเป็น 2 เท่าของโลหะชนิดที่ 2 ถ้าออกแรงดึงขนาดหนึ่งแล้วทำให้ลวดทั้งหมดบิดออก ระยะยืดของโลหะชนิดที่ 2 เป็นกี่เท่าของโลหะชนิดที่ 1

กำหนด *ให้ค่ามอดุลัสของยังของโลหะชนิดที่ 1 มีค่าเป็น 4/3 เท่าของโลหะชนิดที่ 2*



1. 1/3
2. 1/4
3. 2/3
4. 3/4
5. 5/6