

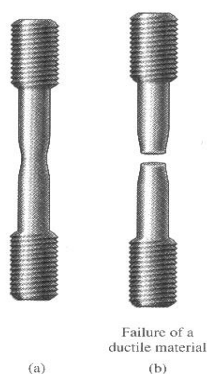
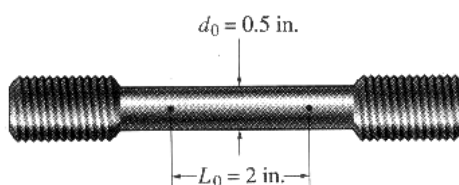
	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และความเครียดของวัสดุ	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>หัวข้อเรื่อง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของวัสดุ 2. ความเค้นและความเครียดที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ <p>สาระสำคัญ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. จากการทดสอบแรงดึงจะได้ค่าของแรงและขนาดที่ยืดออก สามารถเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด คำนวณได้จากสูตร $E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{FL}{A\delta}$ 2. ความเค้นและความเครียดที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ คือ ความเค้นการขยายตัวและหดตัวของวัตถุที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ <p>หาได้จากสูตร $\delta = L\alpha\Delta t, \epsilon = \alpha\Delta t, \sigma = \alpha\Delta t E$</p> <p>วัตถุประสงค์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของวัสดุได้อย่างถูกต้อง 2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาค่าความเค้นและความเครียดที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้อย่างถูกต้อง 		

	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และความเครียดของวัสดุ	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>เนื้อหาสาระ</p> <p>1.ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของวัสดุ</p> <p>1.1 คุณสมบัติทางกลของวัสดุ (Mechanical Properties of Material)</p> <p>ความแข็งแรงของวัสดุขึ้นอยู่กับความสามารถในการรับภาระ โดยปราศจากการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง หรือปราศจากความเสียหาย สมบัตินี้มีอยู่ในเนื้อวัสดุเอง และสามารถหาได้โดยการทดสอบ มีวิธีการทดสอบอยู่หลายวิธีที่จะประเมินค่าความแข็งแรงของวัสดุภายใต้ภาระซึ่งสมาคมของอเมริกาชื่อเรียกว่า สมาคมวัสดุและทดสอบแห่งอเมริกา (American Society for Testing Material) มีชื่อเรียกย่อว่า ASTM ได้มีการทดสอบวัสดุ ได้มีการยอมรับกันทั่วไป</p> <p>การทดสอบคุณสมบัติทางกลของวัสดุลักษณะหนึ่งก็คือ การทดสอบแรงดึง (Tension) หรือแรงอัด (Compression) คุณสมบัติทางกลของวัสดุ สามารถถูกทดสอบแรงดึงหรือแรงอัด ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ ระหว่างความเค้นปกติ เฉลี่ย (Average Normal Stress) และความเครียดปกติเฉลี่ย (Average Normal Strain) ของวัสดุเช่น โลหะ จะทำการทดสอบชิ้นงานทดสอบ (Specimen) เพราะว่าการกระจายความเค้นที่ด้านปลาย บางที่จะซับซ้อน เนื่องจากถูกจับติดแน่น เมื่อมีการใส่ภาระเข้าไปการวัดจะถูกกระทำตั้งแต่พื้นที่หน้าตัดของชิ้นงานทดสอบ (Cross Section Area, A_0) และความยาวเกจของชิ้นงานทดสอบ (Gauge length distance, L_0) ระหว่างเครื่องหมายที่กำหนด (mark) ดังตัวอย่างชิ้นงานทดสอบ ใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $d_0 = 0.5$ in และมีความยาวเกจ (L_0) = 2 in การใส่ภาระต้องตามแนวแกนและต้องไม่ทำให้ชิ้นทดสอบโก่งงอ</p> <p>ปกติปลายของชิ้นทดสอบจะถูกยึดแบบ Ball and Socket Joint ดังชิ้นทดสอบข้างล่างนี้</p>		

	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และความเครียดของวัสดุ	จำนวน 3 ชั่วโมง



รูปที่ 1 แสดงชิ้นส่วนที่เสียหาย




รูปที่ 2 แสดงชิ้นทดสอบ

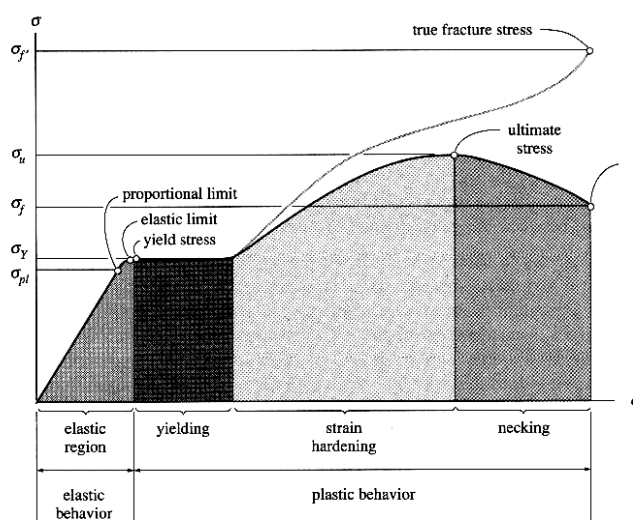
1.2 ไดอะแกรมความเค้น - ความเครียด (Stress – Strain Diagram)

จากข้อมูลของการทดสอบแรงดึง และแรงอัด สามารถคำนวณค่าต่างๆที่เกิดจากความเค้นและความเครียด ในชิ้นงานที่ใช้ทดสอบ และสามารถพล็อตค่าผลลัพธ์ออกมาเป็นกราฟที่เราเรียกว่าไดอะแกรม ความเค้น – ความเครียด (Stress- Strain Diagram)

$$\text{จาก } \sigma = \frac{F}{A} \quad \text{และ} \quad \epsilon = \frac{\delta}{L}$$

เมื่อนำค่าความเค้น และความเครียดที่ได้จากการดึงวัสดุเหนียวไปพล็อตกราฟ แสดงความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน จะได้ไดอะแกรมความเค้นและความเครียดดังนี้

	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และความเครียดของวัสดุ	จำนวน 3 ชั่วโมง



รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด

1.3 กฎของฮุค (Hooke 's law)

กล่าวไว้ว่า “ในช่วงของอีลาสติก(Elastic) ความเค้นจะเป็นปฏิกิริยา โดยตรงกับ ความเครียดนั้น” ดังนี้

$$\text{ค่าคงที่} = \text{ความเค้น} / \text{ความเครียด}$$


ค่าคงที่มีสัญลักษณ์ว่า E ซึ่งเรียกว่าโมดูลัสความยืดหยุ่น (modulus of elasticity) หรือ โมดูลัสของยัง (Young's modulus)


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


เมื่อ $\sigma = \frac{F}{A}$ และ $\epsilon = \frac{\delta}{L}$ แทนในสมการจะได้


$$E = \frac{FL}{A\delta}$$


ในทำนองเดียวกันความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นเนื่องกับความเครียดเนื่องในช่วงของขีดจำกัดยืดหยุ่นเขียนได้ดังนี้


	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และความเครียดของวัสดุ	จำนวน 3 ชั่วโมง
$G = \frac{\tau}{\gamma}$ <p>เมื่อ G คือโมดูลัสของความเค้น (modulus of rigidity) τ คือความเค้นเฉือน γ คือความเครียดเฉือน</p> <p>เปอร์เซ็นต์การยืด (percentage of elongation) เราสามารถจะหาได้จากสมการดังนี้คือ</p> $\text{เปอร์เซ็นต์การยืด} = \frac{(\text{ความยาวหลังสุด} - \text{ความยาวเดิม}) \times 100}{\text{ความยาวเดิม}}$ <p>เปอร์เซ็นต์ของการลดพื้นที่หน้าตัด (Percentage of area reduction) จะหาได้จากสมการดังนี้คือ</p> $\text{ค่าเปอร์เซ็นต์การลดพื้นที่หน้าตัด} = \frac{(\text{พื้นที่หน้าตัดเดิม} - \text{พื้นที่หน้าตัดส่วนลอด}) \times 100}{\text{พื้นที่หน้าตัดเดิม}}$ <p>1.4 ค่าความปลอดภัย</p> <p>ค่าความเค้นสูงสุดที่เราหาได้จากชิ้นงานทดสอบของวัสดุนั้น เราไม่สามารถที่จะนำค่าเหล่านั้นมาใช้ในการออกแบบหรือคำนวณได้เลย เพราะแรงหรือน้ำหนักที่เกิดขึ้นจริงในโครงสร้างนั้นอาจจะสูงกว่าค่าที่ได้จากชิ้นทดสอบ ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้ค่าความเค้นที่เกิดขึ้นจริงเกิดค่าสูงสุดในโครงสร้างนั้นจะรับได้ เราจึงจำเป็นต้องกำหนดค่าความปลอดภัยหรือค่าเผื่อในการออกแบบชิ้นงานเอาไว้ดังนี้</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และความเครียดของวัสดุ	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>ถ้าใช้ความเค้นสูงสุดของวัสดุเป็นเกณฑ์จะได้</p> $\text{ค่าความปลอดภัย} = \frac{\text{ค่าความเค้นสูงสุด}}{\text{ค่าความเค้นใช้งาน}}$ $N = \frac{\sigma_u}{\sigma_w}$ <p>2. ความเค้นที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ</p> <p>วัสดุทุกชนิดจะขยายตัวหรือหดตัวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ โดยจะขยายตัวเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นและหดตัวลงเมื่ออุณหภูมิลดลง ถ้าวัสดุขยายตัวหรือหดตัวได้อย่างอิสระก็จะไม่เกิดความเค้นขึ้นแต่ถ้าวัสดุไม่อาจขยายตัวหรือหดตัวได้อย่างอิสระก็จะเกิดความเค้นขึ้นภายในวัสดุนั้น ซึ่งเรียกว่าความเค้นที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ</p> <p>สมมติว่าวัตถุอันหนึ่งมีความยาว L ปลายทั้งสองถูกยึดแน่นเคลื่อนที่ไม่ได้ ถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป Δt ส่วนที่เปลี่ยนไปนี้จะเป็น δ ซึ่งจะได้ว่า</p> $\delta = L\alpha\Delta t$ <p>เมื่อ α คือสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวตามเส้น ซึ่งเป็นค่าคงที่สำหรับวัตถุแต่ละชนิด มีหน่วยเป็น $1/^\circ\text{C}$</p> <p>แต่</p> $\epsilon = \frac{\delta}{L}$ $\epsilon = \frac{L\alpha\Delta t}{L}$ $\epsilon = \alpha\Delta t$ <p>\therefore ความเครียดเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ</p> <p>และ</p> $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$ $\sigma = E\epsilon$		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 3																		
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 4																		
	ชื่อหน่วย ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และความเครียดของวัสดุ	จำนวน 3 ชั่วโมง																		
$\sigma = E\alpha\Delta t$ <p>∴ ความเค้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ</p> $\sigma = E\alpha\Delta t$																				
<p>สรุปเนื้อหา</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. กฎของฮุก คำนวณได้จากสูตร $E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{FL}{A\delta}$ 2. ค่าความปลอดภัย หาได้จาก $N = \frac{\sigma_u}{\sigma_w}$ 3. ความเค้นและความเครียดที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ หาได้จาก $\delta = L\alpha\Delta t, \epsilon = \alpha\Delta t, \sigma = \alpha\Delta t E$																				
<p>ตัวอย่างที่ 1</p> <p>เสาเหล็กมีความยาว 3 เมตร มีพื้นที่หน้าตัด 284 ตารางมิลลิเมตร รับแรงได้ 64 กิโลนิวตัน ถ้าค่า E ของเหล็กเท่ากับ 320 จิกะนิวตัน/ ตารางเมตร จงหาว่าเหล็กจะหดลงเท่าใด</p>																				
<p>วิธีทำ</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 40%;"></td> <td style="width: 40%; text-align: right;">$L = 3 \times 10^3 \text{ mm}$</td> </tr> <tr> <td>จากสูตร</td> <td>$E = \frac{FL}{A\delta}$</td> <td style="text-align: right;">$A = 284 \text{ mm}^2$</td> </tr> <tr> <td>แทนค่าในสูตร</td> <td>$320 \times 10^3 = \frac{64 \times 10^3 \times 3 \times 10^3}{284 \times \delta}$</td> <td style="text-align: right;">$F = 64 \times 10^3 \text{ N}$</td> </tr> <tr> <td>ย้ายสมการ</td> <td>$\delta = \frac{64 \times 10^3 \times 3 \times 10^3}{284 \times 320 \times 10^3} \frac{\text{N} \cdot \text{mm}^3}{\text{N} \cdot \text{mm}^2}$</td> <td style="text-align: right;">$E = \frac{320 \times 10^9}{10^6} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">$= 2.11 \text{ mm}$</td> <td style="text-align: right;">$= 320 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">$\delta = ?$</td> </tr> </table>					$L = 3 \times 10^3 \text{ mm}$	จากสูตร	$E = \frac{FL}{A\delta}$	$A = 284 \text{ mm}^2$	แทนค่าในสูตร	$320 \times 10^3 = \frac{64 \times 10^3 \times 3 \times 10^3}{284 \times \delta}$	$F = 64 \times 10^3 \text{ N}$	ย้ายสมการ	$\delta = \frac{64 \times 10^3 \times 3 \times 10^3}{284 \times 320 \times 10^3} \frac{\text{N} \cdot \text{mm}^3}{\text{N} \cdot \text{mm}^2}$	$E = \frac{320 \times 10^9}{10^6} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$		$= 2.11 \text{ mm}$	$= 320 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$			$\delta = ?$
		$L = 3 \times 10^3 \text{ mm}$																		
จากสูตร	$E = \frac{FL}{A\delta}$	$A = 284 \text{ mm}^2$																		
แทนค่าในสูตร	$320 \times 10^3 = \frac{64 \times 10^3 \times 3 \times 10^3}{284 \times \delta}$	$F = 64 \times 10^3 \text{ N}$																		
ย้ายสมการ	$\delta = \frac{64 \times 10^3 \times 3 \times 10^3}{284 \times 320 \times 10^3} \frac{\text{N} \cdot \text{mm}^3}{\text{N} \cdot \text{mm}^2}$	$E = \frac{320 \times 10^9}{10^6} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$																		
	$= 2.11 \text{ mm}$	$= 320 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$																		
		$\delta = ?$																		
<p>ตอบ เหล็กจะหดลงเท่ากับ 2.11 มิลลิเมตร</p>																				


	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และความเครียดของวัสดุ	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>ตัวอย่างที่ 2</p> <p>จงหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้น ที่ใช้รับแรงดึงสูงสุด 47 กิโลนิวตัน ค่าความเค้นดึงสูงสุดของวัสดุเท่ากับ 361 เมกะนิวตัน/ตารางเมตร และค่าความปลอดภัยเท่ากับ 9</p> <p>วิธีทำ</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <p>จากสูตร $N = \frac{\sigma_u}{\sigma_w}$</p> <p>แทนค่าในสูตร $9 = \frac{361}{\sigma_w}$</p> <p>ย้ายสมการ $\sigma_w = \frac{361}{9} \frac{N}{mm^2}$</p> <p style="margin-left: 40px;">$= 40.11 \frac{N}{mm^2}$</p> <p>จากสูตร $\sigma_t = \frac{F}{A}$</p> <p>เนื่องจาก $A = \frac{\pi d^2}{4}$</p> <p>จะได้ $\sigma_t = \frac{4F}{\pi d^2}$</p> <p>แทนค่าในสูตร $40.11 = \frac{4(47 \times 10^3)}{\pi d^2}$</p> <p>ย้ายสมการ $d^2 = \frac{4(47 \times 10^3)}{\pi \times 40.11} \frac{N \cdot mm^2}{N}$</p> <p style="margin-left: 40px;">$= 1491.95 \text{ mm}^2$</p> <p style="margin-left: 40px;">$d = \sqrt{1491.95} \text{ mm}^2$</p> <p style="margin-left: 40px;">$= 38.63 \text{ mm}$</p> </div> <div style="width: 35%; text-align: right;"> <p>$F = 47 \times 10^3 \text{ N}$</p> <p>$\sigma_u = \frac{361 \times 10^6}{10^6} \frac{N}{mm^2}$</p> <p>$N = 9$</p> <p>$d = ?$</p> </div> </div> <p>ตอบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นเท่ากับ 38.63 มิลลิเมตร</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และความเครียดของวัสดุ	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>ตัวอย่างที่ 3</p> <p>แท่งเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ยาว 2 เมตร ยึดปลายทั้งสองข้างไว้แน่น ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 62 องศาเซลเซียส จงหาความเครียดและความเค้น โดยให้ α เท่ากับ 12×10^{-6} / องศาเซลเซียส และ E เท่ากับ 154 จิกะนิวตัน/ ตารางเมตร</p> <p>วิธีทำ</p> <p>1. หาคความเครียด</p> <p>จากสูตร $\epsilon = \alpha \Delta t$</p> <p>เมื่อ $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ /°C และ $\Delta t = 62$ °C</p> <p>แทนค่าในสูตร $\epsilon = 12 \times 10^{-6} \times 62$</p> <p style="text-align: center;">$= 0.000744$</p> <p>ตอบ ความเครียดเท่ากับ 0.000744</p> <p>2. หาคความเค้น</p> <p>จากสูตร $\sigma = E\epsilon$</p> <p>เมื่อ $E = 154 \times 10^3$ N/mm² และ $\epsilon = 0.000744$</p> <p>แทนค่าในสูตร $\sigma = 154 \times 10^3 \times 0.000744$ N/mm²</p> <p style="text-align: center;">$= 114.58$ N/mm²</p> <p>ตอบ ความเค้นเท่ากับ 114.58 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และความเครียดของวัสดุ	จำนวน 3 ชั่วโมง
กิจกรรมการเรียนการสอน ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู		
ขั้นนำ <ol style="list-style-type: none"> กล่าวทักทายนักศึกษาแล้วถามความเข้าใจของนักศึกษาเกี่ยวกับความเค้นและความเครียด 		
ขั้นสอน <ol style="list-style-type: none"> แจ้งจุดประสงค์รายวิชา หัวข้อที่จะต้องเรียน การวัดการประเมินผล ข้อตกลงต่าง ๆ แก่นักศึกษา บรรยายเนื้อหาประกอบแผ่นใสในหน่วยที่ 3 สาธิตหลักการคำนวณประกอบแผ่นใสตัวอย่างที่ 1, 2 และ 3 เปิดโอกาสให้นักศึกษาถาม และให้นักศึกษาทำแบบทดสอบหน่วยที่ 3 		
ขั้นสรุป <ol style="list-style-type: none"> สุ่มถามนักศึกษาเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน 		
งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม <ol style="list-style-type: none"> ให้ศึกษาเอกสารประกอบการเรียนในเรื่อง ที่จะสอนต่อไป ให้ไปศึกษาทบทวนเรื่องความเค้น และทำแบบฝึกหัด 		
สื่อการเรียนการสอน <ol style="list-style-type: none"> เอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 3 รูปภาพ 1, 2 และ 3 		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และความเครียดของวัสดุ	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>การวัดผลและประเมินผล</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สังเกตความสนใจผู้เรียน 2. ความรับผิดชอบต่องานที่มอบหมาย 3. การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน 4. ให้ทำแบบทดสอบ 		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และ ความเครียดของวัสดุ	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>แบบฝึกหัด</p> <p>1. ท่อนเหล็กยาว 420 มิลลิเมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร ถูกกดด้วยแรง 21 กิโลนิวตัน หากค่า E เท่ากับ 17 กิโลนิวตัน/ตารางมิลลิเมตร จงหาส่วนที่ลดลง</p> <p>2. จงหาความเค้นใช้งานของเหล็กเส้น ถ้าเหล็กเส้นนี้มีค่าความเค้นสูงสุดเท่ากับ 620 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร และมีค่าความปลอดภัยเท่ากับ 8.2</p> <p>3. ท่อทองแดงยาว 2.4 เมตร ยึดปลายท่อทั้งสองด้านให้ติดกับผนัง ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 62 องศาเซลเซียส จงหาความเค้น โดยให้ α เท่ากับ 21×10^{-6} / องศาเซลเซียส และ E เท่ากับ 240 จิกะนิวตัน/ ตารางเมตร</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และความเครียดของวัสดุ	จำนวน 3 ชั่วโมง
เฉลยแบบฝึกหัด		
<p>1. ท่อนเหล็กยาว 420 มิลลิเมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร ถูกกดด้วยแรง 21 กิโลนิวตัน หากค่า E เท่ากับ 17 กิโลนิวตันต่อตารางมิลลิเมตร จงหาส่วนที่หดลง</p>		
วิธีทำ		L = 420 mm
จากสูตร $E = \frac{FL}{A\delta}$		d = 200 mm
แทนค่าในสูตร $17 \times 10^3 = \frac{21 \times 10^3 \times 420 \times 4}{\pi(200)^2 \times \delta}$		F = 21 × 10 ³ N
ย้ายสมการ $\delta = \frac{21 \times 10^3 \times 420 \times 4}{\pi(200)^2 \times 17 \times 10^3} \frac{N \cdot mm^3}{N \cdot mm^2}$		E = 17 × 10 ³ N/mm ²
$= 0.017 \text{ mm}$		$\delta = ?$
ตอบ ส่วนที่หดลงเท่ากับ 0.017 มิลลิเมตร		
<p>2. จงหาความเค้นใช้งานของเหล็กเส้น ถ้าเหล็กเส้นนี้มีค่าความเค้นสูงสุดเท่ากับ 620 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร และมีค่าความปลอดภัยเท่ากับ 8.2</p>		
วิธีทำ		N = 8.2
จากสูตร $N = \frac{\sigma_u}{\sigma_w}$		$\sigma_u = 620 \text{ N/mm}^2$
แทนค่าในสูตร $8.2 = \frac{620}{\sigma_w}$		$\sigma_w = ?$
ย้ายสมการ $\sigma_w = \frac{620}{8.2} \text{ N/mm}^2$		
$= 75.6 \text{ N/mm}^2$		
ตอบ ความเค้นใช้งานของเหล็กเส้นนี้เท่ากับ 75 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร		

	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และความเครียดของวัสดุ	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>3. ท่อทองแดงยาว 2.4 เมตร ยึดปลายท่อทั้งสองด้านให้ติดกับผนัง ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 54 องศาเซลเซียส จงหาความเค้น โดยให้ α เท่ากับ 21×10^{-6} / องศาเซลเซียส และ E เท่ากับ 240 จิกะนิวตัน/ ตารางเมตร</p> <p>วิธีทำ</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <p>จากสูตร $\sigma = E\varepsilon$</p> <p>เนื่องจาก $\varepsilon = \alpha\Delta t$</p> <p>จะได้ $\sigma = E\alpha\Delta t$</p> <p>แทนค่าในสูตร $\sigma = 240 \times 10^3 \times 21 \times 10^{-6} \times 54 \text{ N/mm}^2$</p> <p style="text-align: center;">$= 272.16 \text{ N/mm}^2$</p> </div> <div style="width: 35%;"> <p>$\Delta t = 54 \text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>$\alpha = 21 \times 10^{-6} / \text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>$E = \frac{240 \times 10^9}{10^6} \text{ N/mm}^2$</p> <p>$\sigma = ?$</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">ตอบ ความเค้นของท่อทองแดงเท่ากับ 272.16 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร</p>		

	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และความเครียดของวัสดุ	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>แบบทดสอบ</p> <p>1. แท่งเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 36 มิลลิเมตร ยาว 4 เมตร ยึดปลายทั้งสองข้างไว้แน่น ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 81 องศาเซลเซียส จงหาความเครียดและความเค้น โดยให้ α เท่ากับ 43×10^{-6} / องศาเซลเซียส และ E เท่ากับ 284 จิกะนิวตัน/ ตารางเมตร</p> <p>2. จงหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้น ที่ใช้รับแรงดึงสูงสุด 85 กิโลนิวตัน ค่าความเค้นดึงสูงสุดของวัสดุเท่ากับ 421 จิกะนิวตัน/ตารางเมตร และค่าความปลอดภัยเท่ากับ 7.3</p> <p>3. ท่อนเหล็กยาว 4.50 เมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร ถูกดึงด้วยแรง 37 กิโลนิวตัน หากค่า E เท่ากับ 25 จิกะนิวตัน/ตารางเมตร จงหาส่วนที่ยืดออก</p>		

	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และความเครียดของวัสดุ	จำนวน 3 ชั่วโมง
เฉลยแบบทดสอบ		
<p>1. แท่งเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 36 มิลลิเมตร ยาว 4 เมตร ยึดปลายทั้งสองข้างไว้แน่น ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 81 องศาเซลเซียส จงหาความเครียดและความเค้น โดยให้ α เท่ากับ 43×10^{-6} / องศาเซลเซียส และ E เท่ากับ 284 จิกะนิวตัน/ ตารางเมตร</p>		
<p>วิธีทำ</p>		
<p>1. หาคความเครียด</p>		
จากสูตร	$\epsilon = \alpha \Delta t$	$\alpha = 43 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
เมื่อ	$\alpha = 43 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ และ $\Delta t = 81 ^\circ\text{C}$	$E = \frac{284 \times 10^9}{10^6} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
แทนค่าในสูตร	$\epsilon = 43 \times 10^{-6} \times 81$	$\Delta t = 81 ^\circ\text{C}$
	$= 0.0035$	$\epsilon = ?$
		$\sigma = ?$
ตอบ ความเครียดเท่ากับ 0.0035		
<p>2. หาคความเค้น</p>		
จากสูตร	$\sigma = E\epsilon$	
เมื่อ	$E = 284 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ และ $\epsilon = 0.0035$	
แทนค่าในสูตร	$\sigma = 284 \times 10^3 \times 0.0035 \text{ N/mm}^2$	
	$= 994 \text{ N/mm}^2$	
ตอบ ความเค้นเท่ากับ 994 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร		

	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และความเครียดของวัสดุ	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>2. จงหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้น ที่ใช้รับแรงดึงสูงสุด 85 กิโลนิวตัน ค่าความเค้นดึงสูงสุดของวัสดุเท่ากับ 421 จิกะนิวตัน/ตารางเมตร และค่าความปลอดภัยเท่ากับ 7.3</p>		
<p>วิธีทำ</p>		
		$F = 85 \times 10^3 \text{ N}$
จากสูตร	$N = \frac{\sigma_u}{\sigma_w}$	$\sigma_u = \frac{421 \times 10^9}{10^6} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
แทนค่าในสูตร	$7.3 = \frac{421 \times 10^3}{\sigma_w}$	$N = 7.3$
ย้ายสมการ	$\sigma_w = \frac{421 \times 10^3}{7.3} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $= 57671.23 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	$d = ?$
จากสูตร	$\sigma_t = \frac{F}{A}$	
เนื่องจาก	$A = \frac{\pi d^2}{4}$	
จะได้	$\sigma_t = \frac{4F}{\pi d^2}$	
แทนค่าในสูตร	$57671.23 = \frac{4(85 \times 10^3)}{\pi d^2}$	
ย้ายสมการ	$d^2 = \frac{4(85 \times 10^3)}{\pi \times 57671.23} \frac{\text{N} \cdot \text{mm}^2}{\text{N}}$ $= 1.88 \text{ mm}^2$ $d = \sqrt{1.88} \text{ mm}^2$ $= 1.37 \text{ mm}$	
<p>ตอบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นเท่ากับ 1.37 มิลลิเมตร</p>		

	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และความเครียดของวัสดุ	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p>3. ท่อนเหล็กยาว 4.50 เมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร ถูกดึงด้วยแรง 37 กิโลนิวตัน หากค่า E เท่ากับ 25 จิกะนิวตัน/ตารางเมตร จงหาส่วนที่ยืดออก</p>		
<p>วิธีทำ</p>		
จากสูตร	$E = \frac{FL}{A\delta}$	$L = 4.50 \times 10^3 \text{ mm}$
แทนค่าในสูตร	$25 \times 10^3 = \frac{37 \times 10^3 \times 4.50 \times 10^3 \times 4}{\pi(200)^2 \times \delta}$	$d = 200 \text{ mm}$
ย้ายสมการ	$\delta = \frac{37 \times 10^3 \times 4.50 \times 10^3 \times 4}{\pi(200)^2 \times 25 \times 10^3} \frac{\text{N} \cdot \text{mm}^3}{\text{N} \cdot \text{mm}^2}$	$F = 37 \times 10^3 \text{ N}$
	$= 0.21 \text{ mm}$	$E = \frac{25 \times 10^9}{10^6} \text{ N/mm}^2$
		$\delta = ?$
<p>ตอบ ส่วนที่หดลงเท่ากับ 0.21 มิลลิเมตร</p>		

