

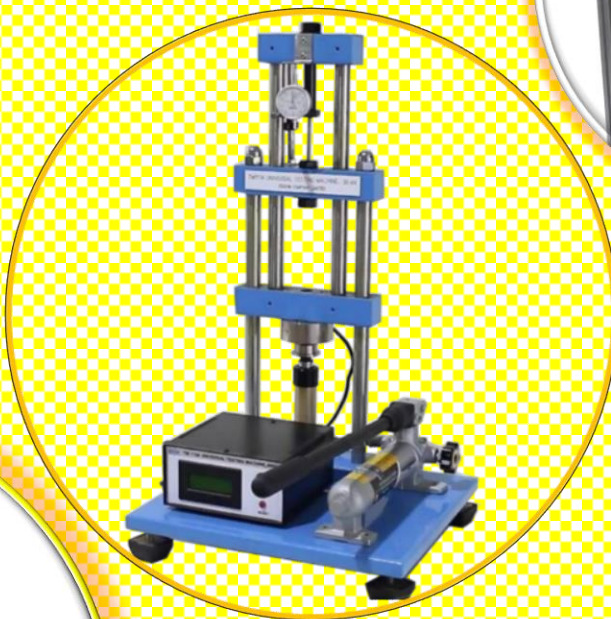


ชุดกิจกรรมที่ **2**

คู่มือนักศึกษา

คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ

ชุดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ
วิชางานทดลองเครื่องกล รหัสวิชา 30101-2007
สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล



นายไพศาล พรณฤชิตพงศ์

ชุดกิจกรรมที่

2

คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ

หน่วย
ที่

1

แรงดึง (Tension)

2

แรงเฉือน (Shear force)

3

แรงบิด (Torsion)

4

การแอ่นตัวของคาน
(Beam Deflection)

แผนกวิชาเครื่องกล

วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ
วิชางานทดลองเครื่องกล รหัสวิชา 30101-2007

คำนำ

ชุดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ วิชางานทดลอง เครื่องกล รหัสวิชา 30101-2007 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคนิค เครื่องกล ครูผู้สอนจัดทำขึ้น ตามผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 (ปรับปรุง พ.ศ. 2565) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ประกอบด้วยชุดกิจกรรม จำนวน 4 ชุด กิจกรรม ดังนี้

ชุดกิจกรรมที่ 1 เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น

ชุดกิจกรรมที่ 2 คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ

ชุดกิจกรรมที่ 3 กลศาสตร์ของไหล

ชุดกิจกรรมที่ 4 สมรรถนะของเครื่องยนต์



ภายในชุดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ วิชางานทดลอง เครื่องกล รหัสวิชา 30101-2007 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ทบทวนความรู้เดิม (Elicit) กิจกรรมที่ 1 ทบทวน ชวนจำ ขั้นที่ 2 สร้างความสนใจ (Engage) กิจกรรมที่ 2 สนใจ ใฝ่เรียน ขั้นที่ 3 สำรวจค้นหา (Explore) กิจกรรมที่ 3 สืบค้น ทดลอง ขั้นที่ 4 อธิบาย และลงข้อสรุป (Explain) กิจกรรมที่ 4 สรุปได้ อธิบายเป็น ขั้นที่ 5 ขยายความคิด (Elaborate) กิจกรรมที่ 5 เพิ่มเติม เสริมความรู้ ขั้นที่ 6 ประเมินผล (Evaluate) กิจกรรมที่ 6 ประเมินผล ค้นคว้างาน ขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้ (Extend) กิจกรรมที่ 7 นำไปใช้ ถ่ายโอนความคิด และแบบทดสอบ หลังเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาได้สืบเสาะหาความรู้ และส่งเสริมให้นักศึกษามีทักษะปฏิบัติการงานทดลอง โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและคอยอำนวยความสะดวกตลอดจนติดตามอย่างใกล้ชิด ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์การทำงาน ให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ วิชางานทดลอง เครื่องกล รหัสวิชา 30101-2007 จะเป็นนวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ผู้เรียนสามารถใช้คู่มือ นักศึกษาประกอบการเรียนการสอน และเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา (Anywhere Anytime) ผ่านเว็บไซต์ kru-phaisan.com เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล ต่อไป

ไพศาล พรณฤชิตพงศ์

สารบัญ

	หน้า
คำนำ.....	ก
สารบัญ.....	ข
สารบัญภาพ.....	ค
สารบัญตาราง.....	ค
คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม (สำหรับนักศึกษา).....	ง
แนวทางการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนด้วยชุดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)ฯ	จ
แนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยชุดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)ฯ..	ฉ
รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)ฯ	ช
ลำดับขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรม.....	ซ
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 (ปรับปรุง พ.ศ. 2565).....	ณ
ชุดกิจกรรมที่ 2 คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ.....	ญ
หน่วยที่ 1 แรงดึง (Tension)	1
แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 1.....	5
ขั้นที่ 1 ทบทวนความรู้เดิม (Elicit)	
กิจกรรมที่ 1 ทบทวน ชวนจำ.....	8
ขั้นที่ 2 สร้างความสนใจ (Engage)	
กิจกรรมที่ 2 สนใจ ใฝ่เรียน.....	11
ขั้นที่ 3 สำรวจค้นหา (Explore)	
กิจกรรมที่ 3 สืบค้น ทดลอง.....	13
ขั้นที่ 4 อธิบาย และลงข้อสรุป (Explain)	
กิจกรรมที่ 4 สรุปได้ อธิบายเป็น.....	33
ขั้นที่ 5 ขยายความคิด (Elaborate)	
กิจกรรมที่ 5 เพิ่มเติม เสริมความรู้.....	35
ขั้นที่ 6 ประเมินผล (Evaluate)	
กิจกรรมที่ 6 ประเมินผล คั่นคว้งงาน.....	38
ขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้ (Extend)	
กิจกรรมที่ 7 นำไปใช้ ถ่ายโอนความคิด.....	41
แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 1.....	43
Web Guide.....	189
บรรณานุกรม.....	190

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 วงล้อ “หน่วยฐาน ในระบบ SI”	10
ภาพที่ 1.2 ชุดทดสอบแรงดึง.....	13
ภาพที่ 1.3 ความเค้นหรือผลรวมของแรงเล็ก ๆ ที่กระทำกับอนุภาคของวัตถุนบนพื้นที่ หนึ่งหน่วย.....	15
ภาพที่ 1.4 วัตถุอยู่ภายใต้แรงดึง.....	16
ภาพที่ 1.5 วัตถุได้รับแรงดึงจนยืดออก เป็นระยะ δ	17
ภาพที่ 1.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น-ความเครียดของวัสดุเหนียวทั่วไป.....	18
ภาพที่ 1.7 รายละเอียดชุดทดสอบแรงดึง.....	19
ภาพที่ 1.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด.....	29
ภาพที่ 1.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น-ความเครียดของวัสดุ.....	31
ภาพที่ 1.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น-ความเครียด.....	39
ภาพที่ 1.11 ชุดทดสอบแรงดึง.....	40

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 รายละเอียดอุปกรณ์ชุดทดสอบแรงดึง.....	20
ตารางที่ 1.2 รายการวัสดุอุปกรณ์.....	21
ตารางที่ 1.3 ขั้นตอนการทดลองหาค่าแรงดึง.....	22
ตารางที่ 1.4 บันทึกผลการทดลองแรงดึงของวัสดุ.....	25

คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม

สำหรับนักศึกษา

นักศึกษาควรมีวินัย มีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง และตั้งใจปฏิบัติตามขั้นตอนในชุดกิจกรรมที่ 2 คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1. นักศึกษาฟังคำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมจากครูผู้สอน และอ่านคำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ วิชางานทดลองเครื่องกล รหัสวิชา 30101-2007 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล

2. นักศึกษาศึกษาสาระสำคัญในชุดกิจกรรม จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จุดประสงค์การทดลอง และคำชี้แจงในชุดกิจกรรมให้เข้าใจก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม

3. นักศึกษาแต่ละคนทำแบบทดสอบก่อนเรียนลงในกระดาษคำตอบ หรือ ทำแบบทดสอบในโทรศัพท์มือถือ โดยการสแกนคิวอาร์โค้ดที่ครูผู้สอนส่งให้เป็นอย่างหนึ่งอย่างใด โดยครูผู้สอนเป็นผู้กำหนด

4. นักศึกษาปฏิบัติกิจกรรมตามเวลาที่กำหนดในแต่ละขั้นตอนที่ระบุไว้ในชุดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ วิชางานทดลองเครื่องกล รหัสวิชา 30101-2007 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล ให้ครบถ้วนทุกขั้นตอน หากมีข้อสงสัยขณะปฏิบัติกิจกรรมให้ปรึกษาครูผู้สอนทันที

5. นักศึกษาแต่ละคนทำแบบทดสอบหลังเรียนลงในกระดาษคำตอบ หรือ ทำแบบทดสอบในโทรศัพท์มือถือ โดยการสแกนคิวอาร์โค้ดที่ครูผู้สอนส่งให้เป็นอย่างหนึ่งอย่างใด โดยครูผู้สอนเป็นผู้กำหนด

6. นักศึกษาร่วมตรวจคำตอบตามแบบเฉลยของกลุ่มครูผู้สอน แล้วส่งให้ครูผู้สอนตรวจทานความถูกต้อง ครบถ้วนอีกครั้งก่อนบันทึกผลคะแนน

7. นักศึกษาร่วมกันสรุปผลคะแนนการทำกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ วิชางานทดลองเครื่องกล รหัสวิชา 30101-2007 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล ต้องได้คะแนนรวมไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มทั้งหมด จึงจะผ่านเกณฑ์การประเมิน

8. นักศึกษาไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มทั้งหมด ให้นักศึกษานัดหมายครูผู้สอนหาเวลาว่างนอกตารางเรียนตารางสอน เพื่อศึกษาและปฏิบัติชุดกิจกรรมเดิมซ้ำอีกครั้ง

9. นักศึกษาสามารถหาความรู้เพิ่มเติมและทบทวนเนื้อหาในรายวิชา งานทดลองเครื่องกล รหัสวิชา 30101-2007 ได้ที่เว็บไซต์ kru-phaisan.com

แนวทางการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน
ด้วยชุดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)
ร่วมกับการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ วิชางานทดลองเครื่องกล รหัสวิชา 30101-2007

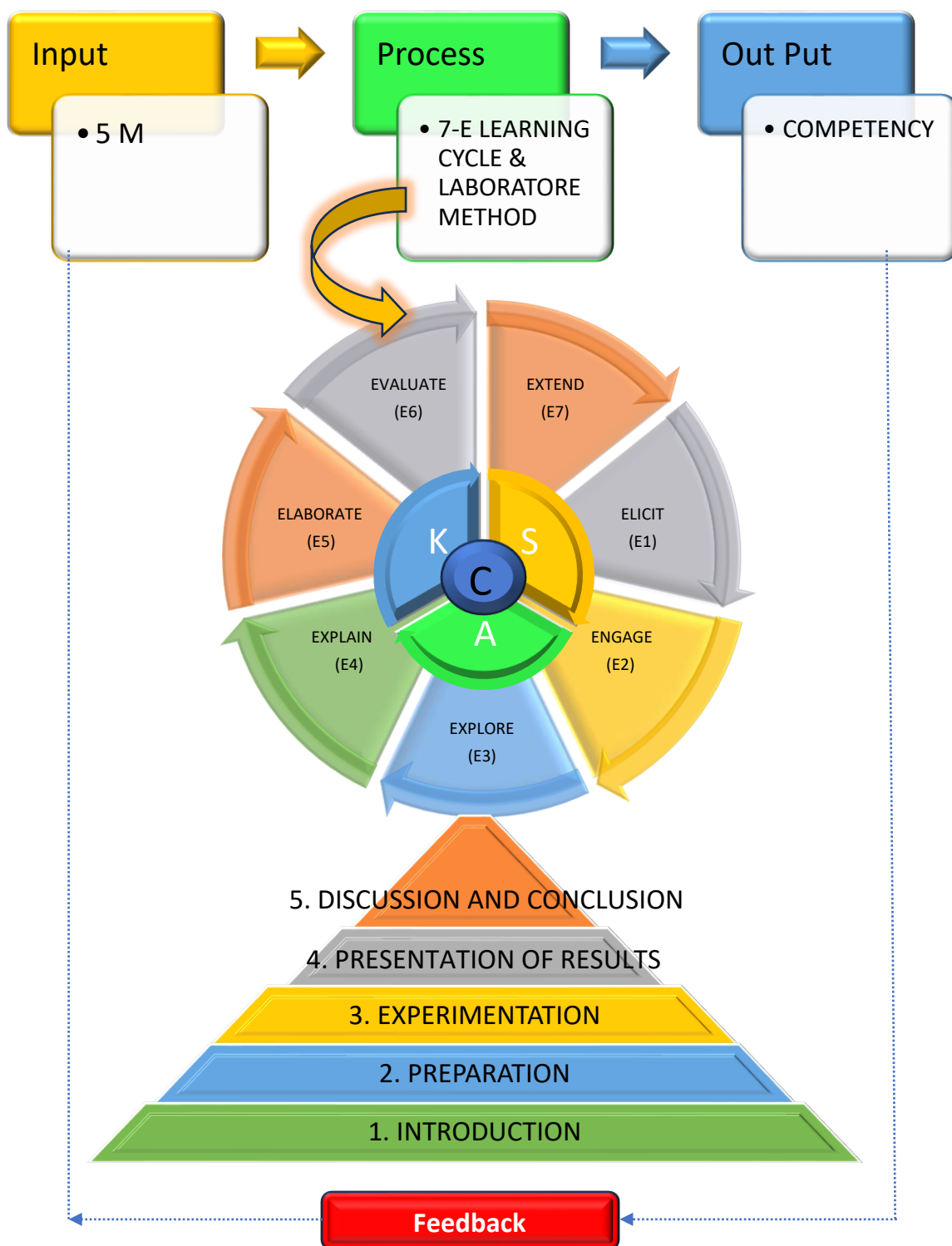


แนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียน
ด้วยชุดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)
ร่วมกับการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ วิชางานทดลองเครื่องกล รหัสวิชา 30101-2007

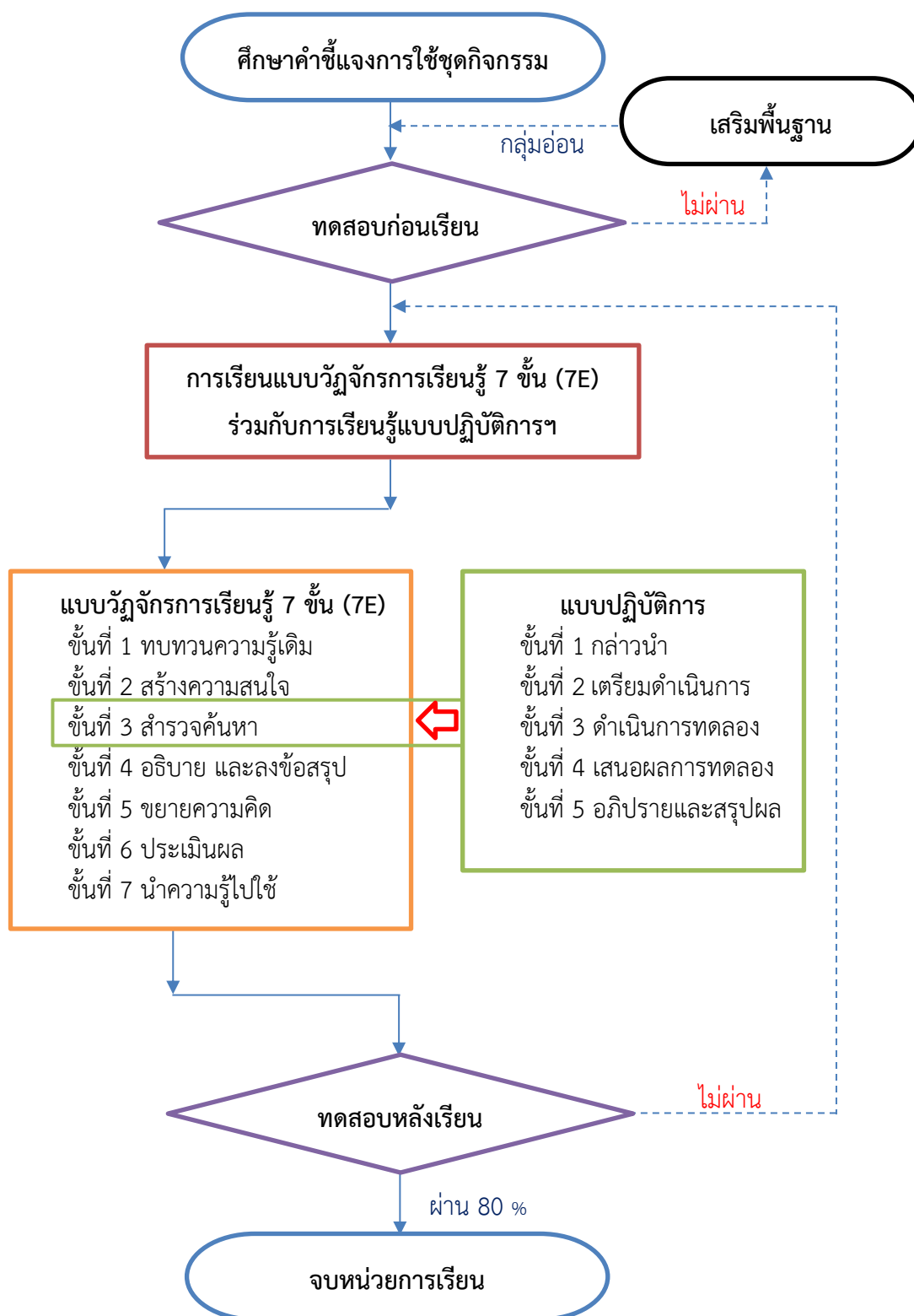


ชุดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ
 วิชางานทดลองเครื่องกล รหัสวิชา 30101-2007

รูปแบบการจัดการเรียนรู้
ด้วยชุดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)
ร่วมกับการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ วิชางานทดลองเครื่องกล รหัสวิชา 30101-2007



ลำดับขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรม





หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

พุทธศักราช 2563 (ปรับปรุง พ.ศ. 2565)

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	ท-ป-น
30101-2007	งานทดลองเครื่องกล	2-2-3

จุดประสงค์รายวิชา

1. เข้าใจหลักการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลองทางเครื่องกล
2. สามารถใช้อุปกรณ์การทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองทางเครื่องกล โดยสามารถนำเสนอผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับทฤษฎีได้
3. มีกิจนิสัยที่ดี ในการสืบเสาะหาความรู้ในการทำงาน ปฏิบัติงานด้วยความประณีต รอบคอบ ประหยัด มีวินัยตรงต่อเวลา ตระหนักถึงความปลอดภัยในการทำงานและรักษาสิ่งแวดล้อม

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลองทางเครื่องกล
2. ทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองทางเครื่องกล โดยสามารถนำเสนอผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับทฤษฎีได้
3. แสดงความรู้เกี่ยวกับการนำเสนอผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับทฤษฎี

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาปฏิบัติการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองเกี่ยวกับ เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น

คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ กลศาสตร์ของไหล และ สมรรถนะของเครื่องยนต์



ชุดกิจกรรมที่ 2

คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ



หน่วยที่ 1

แรงดึง (Tension)



หน่วยที่ 2

แรงเฉือน (Shear force)



หน่วยที่ 3

แรงบิด (Torsion)



หน่วยที่ 4

การแอ่นตัวของคาน (Beam Deflection)

หน่วยที่ 1

แรงดึง (Tension)



ชุดทดลอง : แรงดึง

คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ/หน่วยที่ 1

คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม

หน่วยที่ 1 แรงดึง (Tension)

1. ศึกษาคู่มือชุดกิจกรรมให้เข้าใจอย่างละเอียดและปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด
2. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. ปฏิบัติกิจกรรมตามคำแนะนำของครู เมื่อมีข้อสงสัยให้ถามและขอคำอธิบายจากครู
4. บันทึกข้อมูลอย่างละเอียด สมบูรณ์ และเป็นระเบียบเรียบร้อย ลงในคู่มือนักศึกษา
5. ส่งคู่มือนักศึกษาในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ครูผู้สอนตรวจคำตอบ และบันทึกผลคะแนน

✚ ชุดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบปฏิบัติการ วิชางานทดลอง เครื่องกล รหัสวิชา 30101-2007 ประกอบด้วย 7 กิจกรรม ดังนี้

วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7-E Learning Cycle)	รายการ/ กิจกรรม	ปฏิบัติการ/ กิจกรรม	เวลา (นาที)	หมายเหตุ
ทดสอบก่อนเรียน (Pre Test)	แบบทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบ ก่อนเรียน	10	
ขั้นที่ 1 ทบทวนความรู้เดิม (Elicit)	1. ทบทวน ขวนจำ	กิจกรรมที่ 1	20	
ขั้นที่ 2 สร้างความสนใจ (Engage)	2. สนใจ ใฝ่เรียน	กิจกรรมที่ 2	20	
ขั้นที่ 3 สำรวจค้นหา (Explore)	3. สืบค้น ทดลอง	กิจกรรมที่ 3	90	สลับกลุ่ม กลุ่มละ (45 นาที)
ขั้นที่ 4 อธิบาย และลงข้อสรุป (Explain)	4. สรุปได้ อธิบายเป็น	กิจกรรมที่ 4	30	
ขั้นที่ 5 ขยายความคิด (Elaborate)	5. เพิ่มเติม เสริมความรู้	กิจกรรมที่ 5	20	
ขั้นที่ 6 ประเมินผล (Evaluate)	6. ประเมินผล ค้นคว้างาน	กิจกรรมที่ 6	20	
ขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้ (Extend)	7. นำไปใช้ ถ่ายโอนความคิด	กิจกรรมที่ 7	20	
ทดสอบหลังเรียน (Post Test)	แบบทดสอบหลังเรียน	ทดสอบ หลังเรียน	10	
รวมเวลาทั้งสิ้น			240	4 ชม.

หน่วยที่ 1

แรงดึง (Tension)

3

หัวข้อเรื่อง (Topics)

แรงดึง (Tension)

แนวคิด (Main Idea)

วัสดุวิศวกรรมมีคุณสมบัติหลากหลายมากกว่าร้อยละ ๖๐ โดยบางคุณสมบัติมีลักษณะเฉพาะและมีขอบเขตการประยุกต์ใช้ที่จำกัด เนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้เน้นคุณสมบัติพื้นฐานที่สำคัญซึ่งวิศวกรควรมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้ เพื่อการตัดสินใจเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมที่สุดสำหรับงานวิศวกรรมแต่ละประเภท คุณสมบัติหลักของวัสดุที่สำคัญสามารถจำแนกได้ดังนี้ ประกอบด้วยคุณสมบัติเชิงกล (Mechanical Properties) คุณสมบัติเชิงความร้อน (Thermal Properties) คุณสมบัติเชิงเคมี (Chemical Properties) คุณสมบัติเชิงไฟฟ้า (Electrical Properties) และคุณสมบัติอื่น ๆ (Other Properties)

คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ เช่น ความแข็ง (Hardness) ความแข็งแรง (Strength) ความเหนียว (Ductility) ความล้า (Fatigue) ความคืบ (Creep) และความเปราะ (Brittleness) เป็นตัวบ่งชี้ความสามารถของวัสดุในการรับภาระหรือทนทานต่อแรงและพลังงานเชิงกลที่มากระทำจากภายนอก ในงานวิศวกรรม คุณสมบัติเชิงกลถือเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการพิจารณาเลือกใช้วัสดุ เนื่องจากความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตเป็นสำคัญ หน่วยการเรียนรู้นี้จะให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ รวมถึงวิธีการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลที่สำคัญเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาวัสดุวิศวกรรมในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

สมรรถนะย่อย (Element of Competency)

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับแรงดึง (Tension)
2. ทดลองและวิเคราะห์ผลการทดสอบแรงดึง
3. นำเสนอผลการวิเคราะห์การทดสอบแรงดึง

จุดประสงค์ทั่วไป

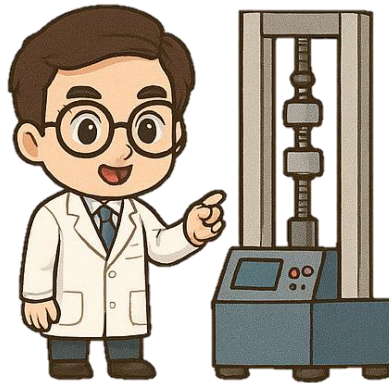
1. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทดสอบแรงดึง
2. เพื่อให้ผู้เรียนทดลองและนำเสนอผลวิเคราะห์การทดสอบแรงดึง
3. เพื่อให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดี ในการสืบเสาะหาความรู้ ในการทำงานปฏิบัติงานด้วยความประณีต รอบคอบ ประหยัด มีวินัย ตรงต่อเวลา ตระหนักถึงความปลอดภัยในการทำงานและรักษาสีสิ่งแวดล้อม



ประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)

เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ

1. ระบุวัตถุประสงค์หลักของการทดสอบแรงดึง (Tensile Test) ได้
2. ระบุหน่วยของความเค้นดึงในระบบ SI ได้
3. อธิบายปรากฏการณ์ลักษณะคอคอด (Necking) ในการทดสอบแรงดึงของวัสดุได้
4. อธิบายหลักพื้นฐานการทำงานของเครื่องทดสอบแรงดึงของวัสดุได้
5. อธิบายความหมายในการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุของความเค้นดึง (Tensile Stress) ได้
6. อธิบายความหมายในการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุของความเครียด (Strain) ได้
7. อธิบายลักษณะของกราฟความเค้น-ความเครียด สำหรับวัสดุที่แสดงพฤติกรรมยืดหยุ่นเชิงเส้นได้
8. อธิบายความสำคัญของการทดสอบแรงดึงต่อการออกแบบโครงสร้างได้
9. คำนวณค่าความเค้นดึง (Tensile Stress) จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้
10. วิเคราะห์พฤติกรรมของวัสดุจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดได้



แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 1

ประเมินผลก่อนการจัดการเรียนรู้

หน่วยที่ 1 แรงดึง (Tension)				คะแนนที่ได้
กิจกรรม	ทดสอบก่อนเรียน (Pre Test)	เวลา 10 นาที	คะแนนเต็ม 10	

คำชี้แจง

- ข้อสอบมีจำนวน 10 ข้อ เป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
 - ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ
 - กรณีทำข้อสอบ Pre Test On-Line ผ่าน Google Form ให้นักศึกษา Scan QR Code
- การทดสอบแรงดึง (Tensile Test) มีวัตถุประสงค์หลักเพื่ออะไร
 - เพื่อทดสอบความแข็งแรงของวัสดุ
 - เพื่อวัดความต้านทานการเกิดสนิม
 - เพื่อหาค่าความเค้นและความเครียดสูงสุดที่วัสดุสามารถทนได้
 - เพื่อวัดความสามารถในการนำไฟฟ้าของวัสดุ
 - หน่วยวัดมาตรฐานของความเค้นดึง (Tensile Stress) ในระบบหน่วยระหว่างประเทศ (SI - International System of Units) คืออะไร
 - นิวตัน (N)
 - เมตร (m)
 - จูล (J)
 - ปาสคาล (Pa)
 - ปรากฏการณ์การเกิดคอคอด (Necking) ในขั้นทดสอบแรงดึงของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel) เริ่มเกิดขึ้นในช่วงใดของกราฟความเค้น-ความเครียด
 - ช่วงก่อนถึงจุดคราก (Before Yield Point) ในขณะที่วัสดุยังอยู่ในช่วงยืดหยุ่น
 - ทันทีที่วัสดุถึงจุดคราก (At Yield Point) เมื่อเริ่มเข้าสู่ช่วงพลาสติก
 - หลังจากที่วัสดุผ่านจุดความเค้นสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) ช่วงที่ความเค้นเริ่มลดลง
 - เมื่อวัสดุถึงจุดแตกหัก (Fracture Point) ในขณะที่เกิดการแยกออกจากกัน
 - หลักการพื้นฐานของการทดสอบแรงดึง (Tensile Test) คือข้อใด
 - การทดสอบความแข็งแรงของวัสดุโดยใช้แรงกระแทกหรือแรงกระทำอย่างฉับพลัน
 - การตรวจสอบพฤติกรรมและคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุเมื่อถูกดึงในแนวแกนเดียวจนกระทั่งขาด
 - การวัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในเนื้อวัสดุขณะได้รับแรงกระทำ
 - การทดสอบความสามารถในการนำไฟฟ้าของวัสดุขณะที่ถูกยืดออก

5. ในการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ "ความเค้นดึง" (Tensile Stress) หมายถึงอะไร
- แรงดึงที่กระทำต่องานต่อพื้นที่ภาคตัดขวางของวัสดุ โดยพยายามที่จะแยกวัสดุให้ออกจากกัน
 - แรงดึงที่กระทำต่องานต่อพื้นที่ภาคตัดขวางของวัสดุ โดยพยายามที่จะอัดวัสดุให้เข้าหากัน
 - แรงดึงกระทำวัสดุนั้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ
 - แรงดึงกระทำวัสดุนั้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดของวัสดุ
6. ในการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ "ความเครียด" (Strain) หมายถึงอะไร
- การเปลี่ยนแปลงขนาดของวัสดุ
 - การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ
 - อัตราส่วนระหว่างการเปลี่ยนแปลงความยาวกับความยาวเดิม
 - อัตราส่วนระหว่างแรงดึงกับพื้นที่ภาคตัดขวางของวัสดุ
7. ในการทดสอบแรงดึง กราฟความเค้น-ความเครียด (Stress-Strain Curve) ของวัสดุที่แสดงพฤติกรรมยืดหยุ่นเชิงเส้น (Linear Elastic Behavior) จะมีลักษณะอย่างไร
- เส้นตรงที่มีความชันคงที่ตลอดช่วงการยืดหยุ่น
 - เส้นโค้งที่มีความชันลดลงเรื่อยๆ เมื่อความเครียดเพิ่มขึ้น
 - เส้นซิกแซกที่มีการเปลี่ยนแปลงความชันไปมา
 - เส้นโค้งที่มีจุดเปลี่ยนความชันอย่างชัดเจน
8. การทดสอบแรงดึงของเหล็กมีความสำคัญต่อการออกแบบโครงสร้างอย่างไร
- ช่วยลดต้นทุนการก่อสร้างโดยการเลือกใช้วัสดุที่มีราคาถูกที่สุด
 - ช่วยให้โครงสร้างมีรูปลักษณะที่สวยงามตามหลักสถาปัตยกรรม
 - ช่วยในการเลือกสีและวิธีการรักษาพื้นผิวของโครงสร้างให้คงทน
 - ช่วยให้สามารถคำนวณขนาดและประเภทของวัสดุที่เหมาะสม
9. จากการทดสอบแรงดึงในชิ้นงานรูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm พบว่ามีการยืดตัว 0.25 mm เมื่อได้รับแรงดึง 2.5 kN ความยาวประสิทธิผลของชิ้นงานคือ 80 mm จงหาคำนวนค่าความเค้นดึง (Tensile Stress)
- 110.04 N/mm²
 - 88.42 N/mm²
 - 22.08 N/mm²
 - 44.21 N/mm²
10. จากการวิเคราะห์กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด (Stress-Strain Curve) เมื่อวัสดุถูกดึงจนถึงจุดคราก (Yield Point) แล้ว หากยังคงเพิ่มแรงดึงต่อไป จะเกิดปรากฏการณ์ใดกับวัสดุ
- วัสดุจะเริ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างถาวร (Plastic Deformation) เมื่อนำแรงออก
 - วัสดุยังสามารถกลับคืนรูปร่างเดิมได้ทั้งหมด (Elastic Recovery) เมื่อนำแรงออก
 - วัสดุจะแตกหักทันที (Immediate Fracture) โดยไม่มีการยืดตัวเพิ่มเติม
 - วัสดุจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือโครงสร้างภายในเพิ่มเติม



กระดาษคำตอบ

ก่อนเรียน



วิชา งานทดลองเครื่องกล รหัสวิชา 30101-2007		คะแนนเต็ม 10		
เรื่อง คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ		คะแนนที่ได้		
หน่วยที่ 1 แรงดึง (Tension)				
ชื่อ-นามสกุล				
ระดับ ปวส.กลุ่ม.....				
คำสั่ง : ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ				
ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
เกณฑ์การประเมิน ได้ไม่น้อยกว่า 8 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80			ผลการประเมิน	
☐ 8 - 10 คะแนน ระดับ 3 ดี ☐ 5 - 7 คะแนน ระดับ 2 พอใช้ ☐ 0 - 4 คะแนน ระดับ 1 ปรับปรุง			☐ ไม่ผ่าน	☐ ผ่าน

1 | ชั้น

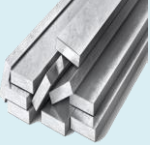
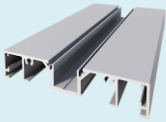
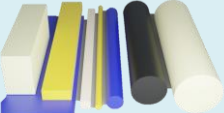
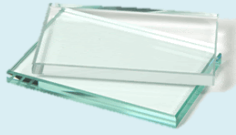
กิจกรรมที่ 1 ทบทวน ชวนจำ ทบทวนความรู้เดิม (Elicit)

หน่วยที่ 1	แรงดึง (Tension)	คะแนนที่ได้
กิจกรรมที่ 1	ทบทวน ชวนจำ	เวลา 20 นาที
	คะแนนเต็ม 28	

ตอนที่ 1

คำชี้แจง : ให้นักศึกษาทุกคนทบทวนความรู้เดิมและตอบคำถามในหัวข้อ ดังต่อไปนี้ (8 คะแนน)

- จงเรียงลำดับความแข็งแรงของวัสดุที่กำหนดไว้ในช่องสี่เหลี่ยม โดยให้นักศึกษาเรียงลำดับจากความแข็งแรงมากไปหาน้อยให้ถูกต้อง

			
เหล็กกล้า (Steel)	เพชร (Diamond)	อลูมิเนียม (Aluminum)	ทองแดง (Copper)
			
พลาสติก (Plastic)	ไม้ (Wood)	กระจก (Glass)	เซรามิก (Ceramic)

-
-
-
-
-
-
-
-

ตอนที่ 2

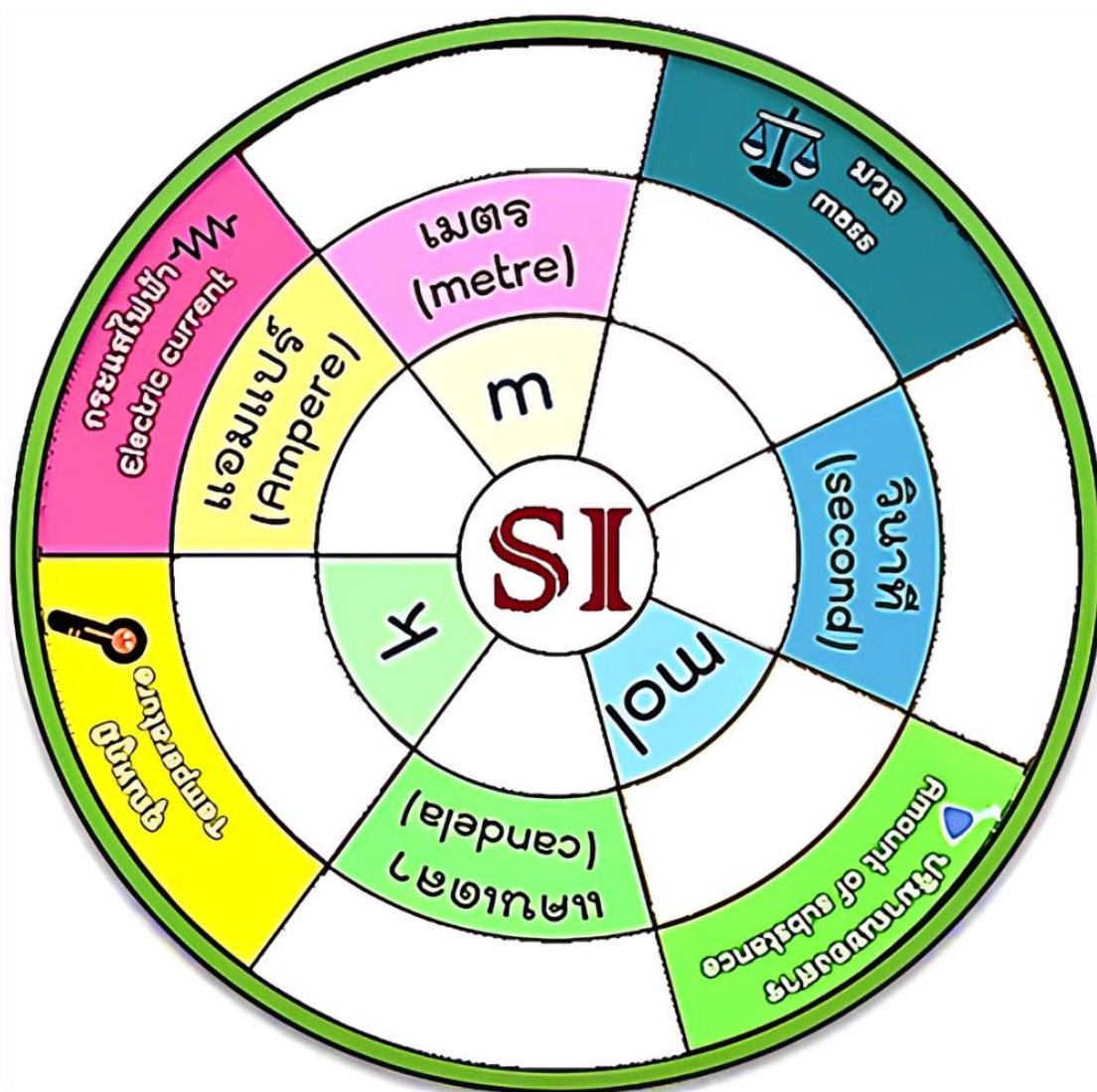
คำชี้แจง : ให้นักศึกษาทุกคนทบทวนความรู้เดิมและนำอักษรคำตอบ ใส่ในช่องหมายเลขที่กำหนดให้ (10 คะแนน)

2. จงจับคู่ข้อความที่มีความสัมพันธ์กันแล้วนำมาเติมในช่องหมายเลขที่กำหนดไว้ให้ถูกต้อง

..... 1)	A	ก) หน่วยของแรง
..... 2)	τ	ข) ความเค้นดึง (Tensile Stress)
..... 3)	σ_t	ค) ความยาวที่เปลี่ยนไปจากขนาดเดิม
..... 4)	F	ง) มุมเป็นเรเดียน
..... 5)	δ	จ) ความยาวของวัตถุ
..... 6)	N	ฉ) Gamma
..... 7)	γ	ช) แรงภายนอกที่กระทำกับวัตถุ
..... 8)	θ	ซ) ความเค้นเฉือน (shear stress)
..... 9)	L	ณ) ความเครียด (strain)
..... 10)	ε	ญ) พื้นที่

ตอนที่ 3

คำชี้แจง : ให้นักศึกษาทุกคนทบทวนความรู้เดิม โดยการสืบค้นหาความรู้เกี่ยวกับระบบเอสไอ (SI Units) ระบบหน่วยฐาน (base unit) ปริมาณฐาน ชื่อหน่วย และสัญลักษณ์มาเติมคำในวงล้อช่องที่ว่างสีขาว ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ (10 คะแนน)



ภาพที่ 1.1 วงล้อ “หน่วยฐาน ในระบบ SI”

ที่มา : <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=559412626288715&id>

2 | ชั้น

กิจกรรมที่ 2 สนใจ ใฝ่เรียน สร้างความสนใจ (Engage)

หน่วยที่ 1	แรงดึง (Tension)			คะแนนที่ได้
กิจกรรมที่ 2	สนใจ ใฝ่เรียน	เวลา 20 นาที	คะแนนเต็ม 10	

ตอนที่ 1

คำชี้แจง : ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย (10 คะแนน)

1. นักศึกษาแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่ม 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 - 5 คน โดยผลความสามารถของนักศึกษา และแบ่งหน้าที่รับผิดชอบภายในกลุ่มให้ชัดเจน โดยเลือกประธาน รองประธาน กรรมการ และเลขานุการกลุ่ม ซึ่งเลขานุการกลุ่ม จะเป็นผู้ดำเนินการภายในกลุ่ม
2. นักศึกษาดูวิดีโอจาก YouTube โดยใช้ลิงค์หรือสแกน QR Code จากนั้นนักศึกษาอภิปรายร่วมกัน โดยใช้คำถามที่กำหนดให้
3. นักศึกษาร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถาม เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง ความแข็งแรงของวัสดุ



นักศึกษาคิดว่าเพราะเหตุใด ทำไมลวดสลึงถึงขาด ?



https://www.youtube.com/watch?v=81c_O5ESYi0

คำถาม 1 : สาเหตุสำคัญที่ทำให้ลวดสลึงขาดระหว่างการดึงเรือคืออะไร

- ☐ น้ำหนักของเรือเกินขีดความสามารถของลวดสลึง
- ☐ ลวดสลึงถูกใช้งานในที่แห้ง
- ☐ ลวดสลึงติดตั้งด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ

คำถาม 2 : การที่รถเครนตกลงทะเลเกิดจากปัจจัยใดเป็นหลัก

- ☐ การบรรทุกเกินพิกัดของรถเครน
- ☐ ลวดสลึงที่ขาดทำให้เกิดแรงกระชาก
- ☐ คลื่นลมทะเลที่แรง

คำถาม 3 : ผลกระทบที่สำคัญจากเหตุการณ์นี้คืออะไร

- ☐ การหยุดทำงานของท่าเรือ
- ☐ การสูญเสียชีวิตของชาวบ้าน
- ☐ ความเสียหายต่อเรือและรถเครน

คำถาม 4 : ในมุมมองวิศวกรรม ความล้มเหลวของสิ่งที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากปัจจัยใด

- ☐ การเลือกใช้สิ่งที่มีน้ำหนักได้น้อยกว่าความต้องการ
- ☐ การบำรุงรักษาที่ไม่สม่ำเสมอ
- ☐ ถูกทุกข้อ

คำถาม 5 : ปัจจัยใดที่ส่งผลต่อแรงดึงที่กระทำบนสลิง

- ☐ น้ำหนักของวัตถุที่ยก
- ☐ มุมการยกของสลิง
- ☐ ถูกทั้ง a และ b

คำถาม 6: การตรวจสอบสลิงก่อนใช้งานควรเน้นตรวจสอบปัจจัยใด

- ☐ การกัดกร่อนและรอยฉีกขาด
- ☐ สีของสลิง
- ☐ อายุการใช้งานของสลิง

คำถาม 7: การเลือกสลิงให้เหมาะสมกับงานยกน้ำหนัก ควรพิจารณาอะไรเป็นหลัก

- ☐ ความยาวของสลิง
- ☐ ราคาของสลิง
- ☐ ความสามารถในการรับแรงดึงสูงสุด

คำถาม 8: ปัจจัยใดที่ส่งผลต่อการเสื่อมสภาพของลวดสลิงเนื่องจากการใช้งานเป็นเวลานาน

- ☐ การเผชิญกับความชื้นหรือสารเคมี
- ☐ การใช้งานในที่แห้งสนิท
- ☐ การใช้งานในแรงดึงที่ต่ำ

คำถาม 9: แนวทางใดที่ช่วยป้องกันไม่ให้ลวดสลิงขาดระหว่างการใช้งาน

- ☐ การใช้งานโดยไม่ต้องตรวจสอบสภาพลวดสลิง และใช้ลวดสลิงขนาดใหญ่กว่าเสมอ
- ☐ ตรวจสอบลวดสลิงและบำรุงรักษาอุปกรณ์ก่อนใช้งานทุกครั้ง ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- ☐ การใช้งานลวดสลิงในสภาพที่มีการกระชากบ่อยครั้ง

คำถาม 10: การบำรุงรักษาลวดสลิงควรให้ความสำคัญกับอะไร

- ☐ การตรวจหารอยบิดเบี้ยวและการกัดกร่อน
- ☐ การทำความสะอาดลวดสลิงทุกสัปดาห์
- ☐ การเก็บลวดสลิงในที่โล่ง

3 | ชั้น

กิจกรรมที่ 3 สืบค้น ทดลอง สำรวจค้นหา (Explore)

หน่วยที่ 1	แรงดึง (Tension)			คะแนนที่ได้
กิจกรรมที่ 3	สืบค้น ทดลอง	เวลา 90 นาที	คะแนนเต็ม 31	

ตอนที่ 1

คำชี้แจง : ให้ปฏิบัติการทดลอง (21 คะแนน)

1. แบ่งกลุ่มจากเดิม 4 กลุ่มย่อย ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ โดยให้กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 รวมกันเป็นกลุ่ม A และ ให้กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 รวมกันเป็นกลุ่ม B
2. กลุ่ม A ศึกษาวิธีปฏิบัติการทดลองจากแหล่งข้อมูลดังนี้ 1. คู่มือนักศึกษา 2. วิดีทัศน์โดยการสแกนคิวอาร์โค้ด และ 3. เว็บไซต์ kru-phaisan.com
3. กลุ่ม B ทำแบบฝึกหัดท้ายการทดลอง
4. หลังจากหมดเวลา 90 นาที ให้นักศึกษาทำการสลับกลุ่ม

ปฏิบัติการ การทดลอง : แรงดึง (Tension)



ภาพที่ 1.2 ชุดทดสอบแรงดึง
ที่มา : ไพศาล พรณฤชิตพงศ์ (2565)

ขั้นที่
1

ขั้นกล่าวนำ (Introduction)

1. จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมของวัสดุภายใต้แรงดึง และเปรียบเทียบผลการทดลองกับทฤษฎี
2. ปฏิบัติใช้เครื่องทดสอบแรงดึงตามมาตรฐานการทดสอบ พร้อมทั้งคำนวณและแสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น-ความเครียดเป็นกราฟ
3. มีกิจนิสัยที่ดี ในการสืบเสาะหาความรู้ ในการทำงาน ปฏิบัติงานด้วยความประณีต รอบคอบ ประหยัด มีวินัย ตรงต่อเวลา ตระหนักถึงความปลอดภัยในการทำงานและรักษาสิ่งแวดล้อม

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การทดสอบด้วยการดึงเป็นการทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติของวัสดุที่เป็นที่รู้จักดี การทดสอบนี้ช่วยให้ได้ค่าคุณสมบัติด้านความยืดหยุ่น ความแข็งแรงคราก (Yield strength) หรือ จุดที่วัสดุรับแรงได้สูงสุดโดยไม่เสียรูป ความแข็งแรงแรงดึง (Tensile strength หรือ Ultimate strength) หรือจุดที่วัสดุรับแรงสูงสุด และอัตราส่วนการหดตัวสัมพันธ์ของหน้าตัด (Poisson ratio) ซึ่งเหล่านี้เป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของวัสดุ นอกจากนั้นยังสามารถที่จะหาการยืดตัวเมื่อแตกหักของวัสดุได้อีกด้วย การทดสอบด้วยการดึง โดยทั่วไปเป็นการให้แรงในแนวแกนเดียว (Uniaxial tensile test) แก่ชิ้นทดสอบ โดยแรงดึงนี้จะกระจายอย่างสม่ำเสมอตลอดพื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบ หากนำขนาดของแรงดังกล่าวหารด้วยพื้นที่หน้าตัดที่รับแรงก็จะได้ค่าที่เรียกว่า “ความเค้น (Stress: σ)” ซึ่งมีหน่วยเป็น N/m^2 หรือ Pa ในขณะที่รับแรงดึงวัสดุ จะเกิดการเสียรูปโดยยืดตัวออก สัดส่วนระหว่างระยะยืดตัวต่อความยาวเดิมของชิ้นงานทดสอบ เรียกว่า “ความเครียด (Strain: ϵ)” ซึ่งมีหน่วยเป็น m/m หรือไม่มีหน่วย ความเค้นและความเครียดเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ตามลำดับ ดังนี้

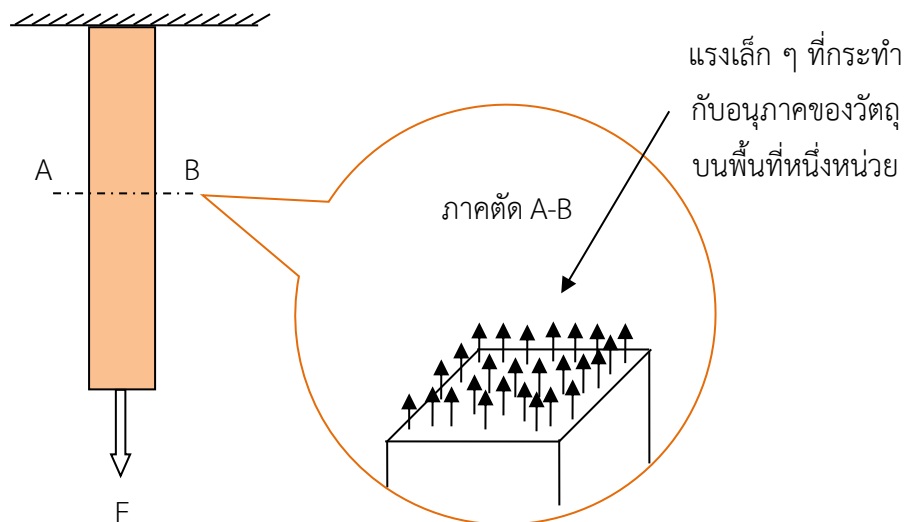
$$\text{ความเค้น } \sigma = \frac{F}{A} \quad \text{และ} \quad \text{ความเครียด } \epsilon = \frac{\delta}{L}$$

เมื่อ F คือ แรงที่กระทำตั้งฉากกับหน้าตัด A และ ΔL คือ ความยาวที่เปลี่ยนไปจากความยาวเดิม L_0 หมายเหตุ ในการพิจารณาความเค้นทำได้ 2 แบบ คือ (1) ความเค้นแบบวิศวกรรม (Engineering stress) เป็นการพิจารณาความเค้นบนพื้นฐานพื้นที่หน้าตัดของชิ้นงานคงที่ และ (2) ความเค้นจริง (True stress) เป็นการพิจารณาความเค้นบนพื้นฐานพื้นที่หน้าตัดจริงที่เปลี่ยนแปลงไปในขณะนั้น ดังนั้น ความเค้นจริง มีค่าสูงกว่าความเค้นแบบวิศวกรรม การหาความแข็งแรงของวัสดุโดยการดึงนั้นกระทำโดยค่อย ๆ เพิ่มแรงดึงจนกระทั่งวัสดุเกิดการแตกหัก ในระหว่างที่ออกแรงดึงวัสดุจะค่อย ๆ ยืดตัวออก ส่งผลให้ขนาดหน้าตัดของวัสดุเล็กลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งไม่สามารถต้านทานแรงดึงที่เพิ่มขึ้นต่อไปได้ วัสดุจึงขาด

ออกจากกัน ในทางปฏิบัตินิยมนำความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงที่ให้ (ในรูปความเค้น) กับระยะยืดตัว (ในรูปความเครียด) มาแสดงผลต่อกันในรูปกราฟ ซึ่งนิยมเรียกว่า โค้งความเค้น-ความเครียด (Stress Strain Curve)

2.1 ความเค้น (Stress: σ) คือ หน่วยแรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่หน้าตัดของวัสดุนั้น เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำบนวัสดุ จะเกิดแรงภายในต้าน โดยมีขนาดรวมเท่ากับแรงภายนอก โดยแรงภายนอกนั้น จะพยายามให้วัสดุเสียรูปไปตามแนวแรง ดังนั้น ความเค้นจึงมีค่าเท่ากับแรงกระทำ (F) ต่อพื้นที่หน้าตัด (A) ของวัสดุ โดยแบ่งชนิดของความเค้น (Stress) ได้ดังนี้ ความเค้นดึง (Tensile Stress), ความเค้นอัด (Compressive Stress), ความเค้นดัด (Bending stress) และความเค้นเฉือน (Shearing Stress) เป็นต้น

แต่ในที่นี้จะทำการศึกษาเฉพาะแรงดึง (Tension) เป็นการดึงชิ้นงานทดสอบซึ่งทำให้ชิ้นงานทดสอบอยู่ภายใต้สภาวะการยืด และเป็นกระบวนการที่ทำให้ชิ้นงานทดสอบเกิดการเสียรูป โดยการเสียรูปเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปทรงของชิ้นงานทดสอบจากแรงที่กระทำ การตรวจวัดการเสียรูปเป็นการเปลี่ยนแปลงขนาดของชิ้นงานทดสอบเทียบกับขนาดเริ่มต้น นั่นคือการเสียรูปจะวัดจากความยาวของระยะทดสอบ (Gauge Length) ที่เปลี่ยนแปลงไปในการทดสอบเทียบกับระยะเริ่มต้น ดังภาพที่ 1.3



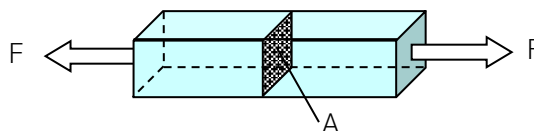
ภาพที่ 1.3 ความเค้นหรือผลรวมของแรงเล็ก ๆ ที่กระทำกับอนุภาคของวัสดุบนพื้นที่หนึ่งหน่วย
ที่มา : สมนึก มั่งกระระ (2563)

ดังนั้น ความเค้นที่เกิดขึ้นในเนื้อวัสดุจึงสามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

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

เมื่อ σ = ความเค้น (N/m^2)
 F = ขนาดของแรงที่กระทำกับวัสดุ (N)
 A = พื้นที่หน้าตัดที่แรงกระทำ (m^2)

2.2 ความเค้นดึง (Tensile Stress: σ_t) คือ แรงดึงที่กระทำตั้งฉากต่อพื้นที่ภาคตัดขวางของวัสดุ โดยพยายามที่จะแยกวัสดุให้ออกจากกัน



ภาพที่ 1.4 วัตถุอยู่ภายใต้แรงดึง
ที่มา : สมนึก มังกระระ (2563)

สมการสำหรับคำนวณหาความเค้นดึงก็คือ

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

เมื่อ

σ_t = ความเค้นดึง (N/m^2)

F = ขนาดของแรงที่กระทำกับวัตถุ (N)

A = พื้นที่หน้าตัดที่แรงกระทำ (m^2)

2.3 ความเครียด (Strain: ϵ) คือ เมื่อมีแรงกระทำ วัสดุนั้นจะยืดออก และจะหดตัวกลับตำแหน่งเดิม เมื่อปล่อยแรงนั้นออก ค่าความเครียด คือ อัตราส่วนระหว่างระยะยืด (δ) ของวัสดุต่อความยาวเดิม (L) ของวัสดุ โดยแบ่งชนิดของความเครียด (Strain) ได้แก่ ความเครียดดึง (Tensile Strain), ความเครียดอัด (Compressive Strain), และ ความเครียดเฉือน (Shear Strain) โดยมีสมการดังนี้

$$\epsilon = \frac{\delta}{L}$$

เมื่อ

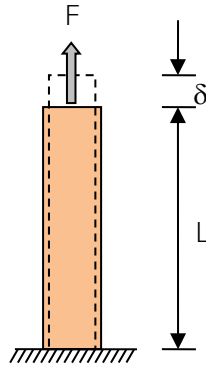
ϵ = ความเครียด

δ = ความยาวที่ยืดออก (m)

L = ความยาวเดิม (m)

แต่ในที่นี้จะทำการศึกษาเฉพาะความเครียดดึง (Tensile Strain) เท่านั้น ดังนั้น ความเครียดของวัสดุทดสอบดังแสดงภาพที่ 1.5

2.4 ความเครียดดึง (Tensile Strain : ϵ_t) เป็นความเครียดที่เกิดขึ้นจากการที่วัตถุได้รับแรงดึงจนทำให้ยืดออก



ภาพที่ 1.5 วัตถุได้รับแรงดึงจนยืดออก เป็นระยะ δ
ที่มา : สมนึก มังกระ (2563)

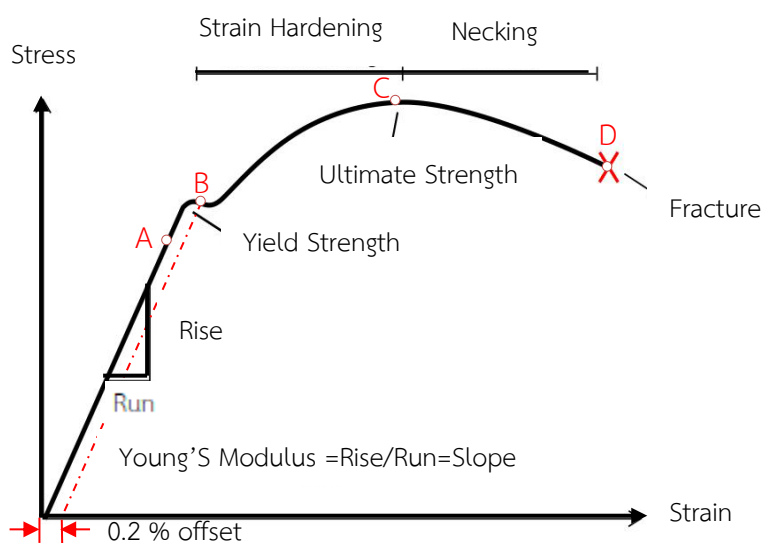
วัตถุมีความยาวเดิมเป็น L เมื่อได้รับแรงดึง F จะยืดออกเป็นระยะ δ ความเครียดที่เกิดขึ้นคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$\epsilon_t = \frac{\delta}{L}$$

เมื่อ ϵ_t = ความเครียดดึง
 δ = ความยาวที่ยืดออก (m)
 L = ความยาวเดิม (m)

2.5 การเขียนกราฟความเค้น-ความเครียด คือ กราฟความเค้น-ความเครียดของวัสดุแต่ละชนิด เป็นสิ่งที่แสดงคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดอย่างชัดเจน วามีพฤติกรรมการรับแรงและเสียรูปอย่างไร วัสดุต่าง ชนิดกัน จึงมีรูปแบบของกราฟที่ต่างกันไป ค่าคุณสมบัติสำคัญของวัสดุสามารถอ่านได้จากกราฟดังกล่าวนี้ เช่น ค่าความเค้นสูงสุดที่วัสดุรับได้ (ความแข็งแรงของแรงดึง) ค่าความเค้นสูงสุดที่ทำให้วัสดุยังอยู่ในสภาวะยืดหยุ่น (ความแข็งแรงจุดคราก) ค่าโมดูลัส ความยืดหยุ่น เป็นต้น โดยทั่วไปกราฟความเค้น-ความเครียดได้จากการทดสอบแรงดึง ลักษณะของพฤติกรรมที่ได้สำหรับวัสดุเหนียวทั่วไป Tensile Test เป็นการดึงชิ้นงานทดสอบอย่างช้า ๆ ชิ้นงานทดสอบจะค่อย ๆ ยืดตัวออกจนถึงจุด A ในขณะนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น-ความเครียดจะเป็นสัดส่วนคงที่ จึงได้กราฟเป็นเส้นตรง เรียกจุด A ว่า พิกัดสัดส่วน (Proportional limit) และภายใต้พิกัดสัดส่วนนี้ วัสดุจะแสดงพฤติกรรมการคืนรูปแบบยืดหยุ่น นั่นคือ เมื่อปล่อยแรงกระทำชิ้นงานทดสอบจะกลับไปมีขนาดเท่าเดิม เมื่อเพิ่มแรงกระทำต่อไปจนเกินพิกัดสัดส่วน เส้นกราฟจะค่อย ๆ โค้งออกจากเส้นตรง วัสดุหลายชนิดจะยังคงแสดงพฤติกรรมการคืนรูปได้อีกเล็กน้อย จนถึงจุด B ซึ่งเป็นจุดที่เกิดการเปลี่ยนรูปแบบพลาสติก เรียกว่า จุดคราก (Yield point) และ ค่าความเค้นที่จุดนี้เรียกว่า ความเค้นจุดคราก (Yield stress) หรือ ความแข็งแรงจุดคราก (Yield strength) เป็นจุดแบ่งระหว่างพฤติกรรมการคืนรูปกับการคงรูปของวัสดุ ค่าความแข็งแรงจุดครากนี้ มีประโยชน์กับวิศวกร

มาก เพราะใช้กำหนดขีดจำกัดค่าความเค้นสูงสุดที่จะเกิดขึ้นบนโครงสร้าง หรือ ชิ้นงานที่ยังไม่เกิดการเสียหาย โดยค่าความเค้นที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานต้องไม่เกินกว่าค่าความเค้นจุดครากนี้ เพื่อเป็นการป้องกันการเสียหาย ซึ่งนำไปสู่ค่าแฟกเตอร์ความปลอดภัย (Factor of Safety : FOS) ของชิ้นงาน ($FOS = \frac{\text{ค่าความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นบนชิ้นงาน}}{\text{ค่าความเค้นครากของวัสดุที่ใช้ทำชิ้นงาน}}$) หลังจากจุดครากไปแล้ววัสดุจะเปลี่ยนรูปถาวรโดยความเค้นจะเพิ่มอย่างช้า ๆ หรืออาจจะคงที่จนถึงจุดสูงสุด (จุด C) ค่าความเค้นที่จุดนี้เรียกว่าความแข็งแรงสูงสุด (Ultimate strength) หรือความเค้นแรงดึง (Tensile strength) เป็นความเค้นสูงสุดที่วัสดุทนได้ก่อนจะเริ่มขาด หรือแตกออกจากกัน (Fracture) จุดสุดท้าย (จุด D) ของกราฟเป็นจุดที่วัสดุเกิดการแตกหรือขาดออกจากกัน



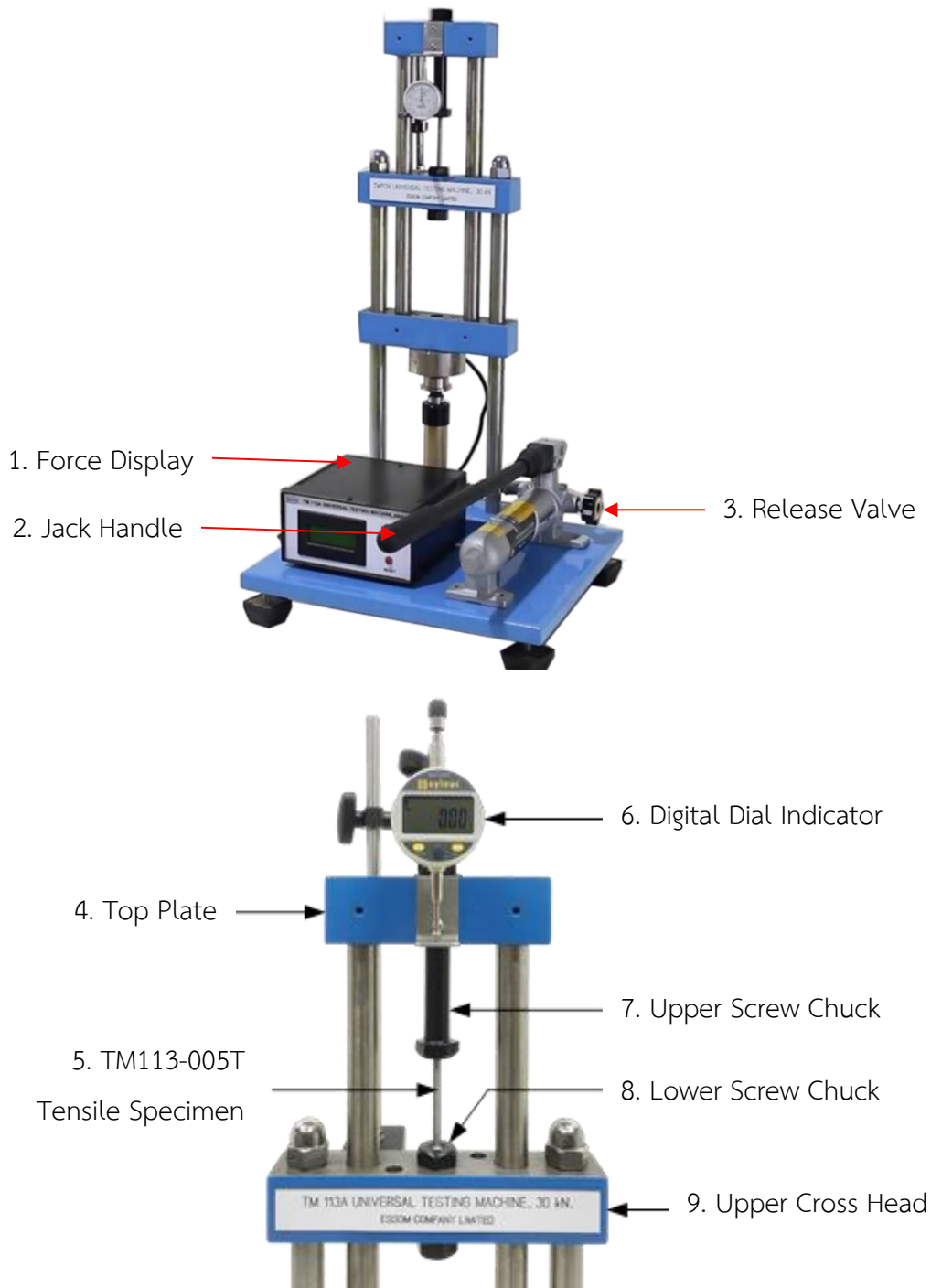
ภาพที่ 1.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น-ความเครียดของวัสดุเหนียวทั่วไป
ที่มา : https://eng.sut.ac.th/me/2014/laboratory/document/Tensile_Test.pdf

ช่วงที่วัสดุยังคงรักษาสภาพความยืดหยุ่นไว้ได้ (ช่วงไม่เกินจุด B) ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดจะแปรตรงต่อกัน สัตสวนดังกล่าวมีค่าคงที่เท่ากับ E ซึ่งรู้จักกันในชื่อกฎของ Hooke ดังนี้

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

เรียก E ว่า Young's modulus หรือ โมดูลัสความยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity) แต่เมื่อวัสดุได้รับความเค้นเกินกว่าค่าความเค้นคราก การเปลี่ยนแปลงของวัสดุจะเข้าสู่ช่วงพลาสติกซึ่งไม่สามารถคืนรูปได้ความสัมพันธ์ตามสมการ ก็จะไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

ชุดทดสอบแรงดึง (Tensile test)



ภาพที่ 1.7 รายละเอียดชุดทดสอบแรงดึง
ที่มา : ไพศาล พรณฤชิตพงศ์ (2565)

ตารางที่ 1.1 รายละเอียดอุปกรณ์ชุดทดสอบแรงดึง

ลำดับ	รายการ	ลำดับ	รายการ
1	Force Display	6	Digital Dial Indicator
2	Jack Handle	7	Upper Screw Chuck
3	Release Valve	8	Lower Screw Chuck
4	Top Plate	9	Upper Cross Head
5	Tensile Specimen		

ข้อมูล : ชุดทดสอบแรงดึง

รุ่นเอกประสงค์ TM 113A (บริษัท เอสซอม จำกัด)

1. รายละเอียดทางเทคนิค

- | | | |
|-----------------------------|---|----|
| 1.1 ขนาด | 30 | KN |
| 1.2 เส้นผ่านศูนย์กลาง | 25 | mm |
| 1.3 ช่วงชักกระบอกไฮดรอลิกส์ | 50 | mm |
| 1.4 ระยะห่างระหว่างเสา | 115 | mm |
| 1.5 อุปกรณ์ | | |
| - การวัดแรง | จอแสดงผลภาพ | |
| - การวัดการยืด | เกจวัดการยืดมีหน้าปัดแสดงผลแบบเข็ม 0.-20 mm | |
| | ความละเอียด 0.01 mm พร้อมแท่นยึดแบบแม่เหล็ก 1 ชุด | |
| 1.6 แหล่งจ่ายไฟ | 220 V , 50 Hz | |

2. รายละเอียดทั่วไป

ชุดทดสอบแรงดึงรุ่นเอกประสงค์ TM 113A เป็นอุปกรณ์ทดลองแบบตั้งโต๊ะ ใช้สำหรับทดสอบแรงดึง แรงอัด แรงดัด แรงเฉือน และความแข็งแรงแบบบริเนล เครื่องมี 4 เสา แบบ 2 ระนาบ การให้แรงในการทดสอบใช้แม่แรงไฮดรอลิกส์ แรงอ่านได้จากเกจวัดแรง เซนเซอร์วัดความดันและชุดแสดงผลของแรงแบบตัวเลข การยืดของชิ้นงานทดสอบวัดด้วยเครื่องวัดระยะ Digital Dial Gauge

ขั้นที่
2

ขั้นเตรียมดำเนินการ (Preparation)

1. เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์

ตารางที่ 1.2 รายการวัสดุอุปกรณ์

		
ชุดทดสอบแรงดึง รุ่น TM-113 A จำนวน 1 ชุด	ไดอัลเกจดิจิตอล จำนวน 1 ชุด	หัวจับแบบเกลียวหมุน จำนวน 1 ชุด
		
กล่องแสดงผลของแรง จำนวน 1 เครื่อง	คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก พร้อมปริ้นเตอร์ จำนวน 1 ชุด	ชิ้นทดสอบ (tensile specimens) จำนวน 1 อัน
		
เวอร์เนียคาลิเปอร์ จำนวน 1 อัน	ประแจเลื่อน จำนวน 1 ตัว	ประแจรวม เบอร์ 28 mm จำนวน 1 ตัว
		
ผ้าเช็ดมือ จำนวน 1 ผืน	ถาด จำนวน 1 ใบ	ถุงมือ จำนวน 1 คู่

ขั้นที่
3

ขั้นตอนการทดลอง (Experimentation)

1. วิธีการทดลอง

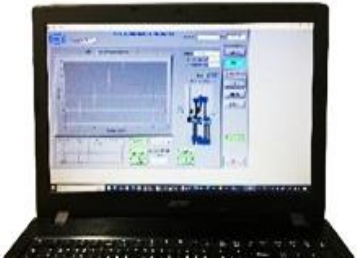
ตารางที่ 1.3 ขั้นตอนการทดลองหาค่าแรงดึง

รายการ/รูปภาพประกอบการทดลอง	รายการ/ขั้นตอนการทดลอง
	1. เตรียมชุดทดสอบแรงดึง (Tensile test)
	2. วางชุดทดสอบแรงดึง (Tensile test) บนโต๊ะปฏิบัติงาน
	3. ติดตั้งหัวจับชิ้นงานทดสอบ แบบเกลียวหมุน (Upper and lower screw chuck)
	4. ทำการวัดชิ้นงานทดสอบ (specimens) โดยทำการวัดความยาวด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier Caliper) <u>หมายเหตุ</u> บันทึกค่าขนาดของชิ้นงานทดสอบ

ตารางที่ 1.3 (ต่อ)

รายการ/รูปภาพประกอบการทดลอง	รายการ/ขั้นตอนการทดลอง
	5. ทำการวัดชิ้นงานทดสอบ (specimens) โดยทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง ด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier Caliper) <u>หมายเหตุ</u> บันทึกค่าขนาดของชิ้นงานทดสอบ
	6. ใส่ชิ้นงานทดสอบเข้ากับหัวจับแบบเกลียวหมุน (Upper and lower screw chuck) ขึ้นแป้นเกลียวของหัวจับชิ้นงานทดสอบทั้งสองปลายให้แน่นด้วยมือ
	7. ติดตั้งไดอัลเกจดิจิทัลไว้บนคานขวาง โดยก่อนใส่แรงให้แก่ชิ้นงานทดสอบ ให้ปรับเซตไดอัลเกจดิจิทัลอ่านได้ค่าศูนย์ (0)
	8. ติดตั้งสายสัญญาณเข้ากับไดอัลเกจดิจิทัล
	9. ติดตั้งสายสัญญาณกล่องแสดงผลของแรง (Force Display) สาย USB เข้ากับคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก

ตารางที่ 1.3 (ต่อ)

รายการ/รูปภาพประกอบการทดลอง	รายการ/ขั้นตอนการทดลอง
	10. เสียบปลั๊กไฟฟ้า 220 V เพื่อป้อนไฟเข้าสู่ชุดทดสอบ
	11. เปิดสวิตช์กล่องแสดงผลของแรง (Force Display)
	12. ก่อนใส่แรงให้แก่ชิ้นงานทดสอบให้ปรับเซตไดอัลเกดจิจิตอลอ่านได้ค่าศูนย์ (0) และป้อนข้อมูลดังนี้ - ทดสอบโดย..... - วันที่...../...../..... - วัสดุ..... - ขนาดชิ้นงานmm - ความยาวประสิทธิผลmm
	13. ค่อย ๆ เพิ่มแรงให้แก่ชิ้นงานทดสอบโดยการโยกแม่แรงขึ้นลงช้า ๆ แล้วบันทึกแรงที่อ่านได้จากทุก ๆ ความยาว ที่ยืดออก 0.1 mm ลงในตารางบันทึกข้อมูลจนกระทั่งชิ้นงานทดสอบขาดออกจากกัน

หมายเหตุ : เกณฑ์ตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับให้ตามมาตรฐาน

ข้อควรระวัง

1. ต้องแน่ใจว่ามีการติดตั้งอุปกรณ์การทดสอบแรงดึงอย่างสมบูรณ์
2. การต่อสายสัญญาณต่าง ๆ เข้ากับตัวชุดทดสอบควรต่อด้วยความระมัดระวัง

ชุดทดสอบแรงดึงแบบสากล รุ่น TM113A UNIVERSAL TESTING MACHINE, 30 kN

การทดสอบแรงดึงของวัสดุ

ทดสอบโดย..... วันที่.....

วัสดุ..... ขนาดชิ้นงานmm ความยาวประสิทธิผลmm

ตารางที่ 1.4 บันทึกผลการทดลองแรงดึงของวัสดุ

[illegible]

ตารางที่ 1.4 (ต่อ)

[illegible]

ตารางที่ 1.4 (ต่อ)

การยืดตัว (Elongation) (mm)	แรง (Force) (kN)	ความเค้น (Stress) (N/mm ²)	ความเครียด (Strain) (%)	หมายเหตุ (Remark)

3. วิธีคำนวณค่าความเค้น (Stress) และความเครียด (Strain)

คำชี้แจง: ให้นักศึกษาแสดงวิธีคำนวณค่าความเค้น (Stress) และความเครียด (Strain) จากตารางบันทึกผลการทดลองมา 1 ตัวอย่าง

ข้อมูลการทดสอบแรงดึง

การยืดตัว (Elongation) = mm

แรง (Force), F = kN

ความยาวประสิทธิผล (Effective length) = mm

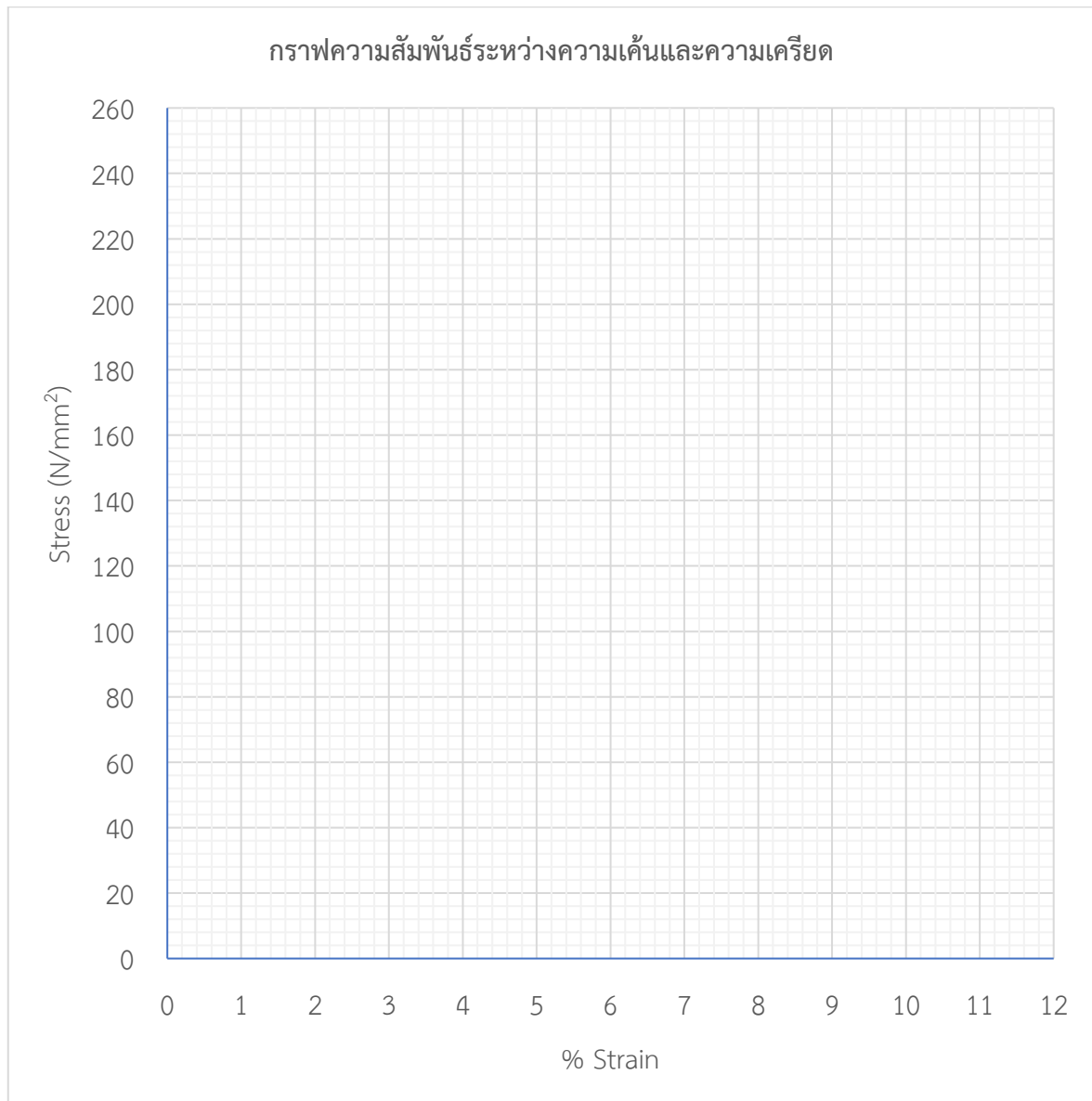
$$\begin{aligned} \text{หาพื้นที่หน้าตัด (Area), } A &= \frac{\pi}{4} \times d^2 \\ &= \frac{\pi}{4} \times \text{..... mm}^2 \\ &= \text{..... mm}^2 \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

สูตร ความเค้นดึง (Tensile stress)

$$\begin{aligned} \text{ความเค้นดึง } \sigma_t &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\ &= \text{..... N/mm}^2 \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Strain} &= \frac{\text{การยืดตัว (mm)} \times 100 (\%)}{\text{ความยาวประสิทธิผล (mm)}} \\ &= \frac{\text{(mm)} \times 100 (\%)}{\text{(mm)}} \\ &= \text{..... \%} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

4. กราฟผลการทดลอง



ภาพที่ 1.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด
ที่มา : ไพศาล พรณฤชิตพงศ์ (2565)

ชั้นที่
4

ขั้นตอนผลการทดลอง (Presentation of Results)

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary school handwriting practice paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

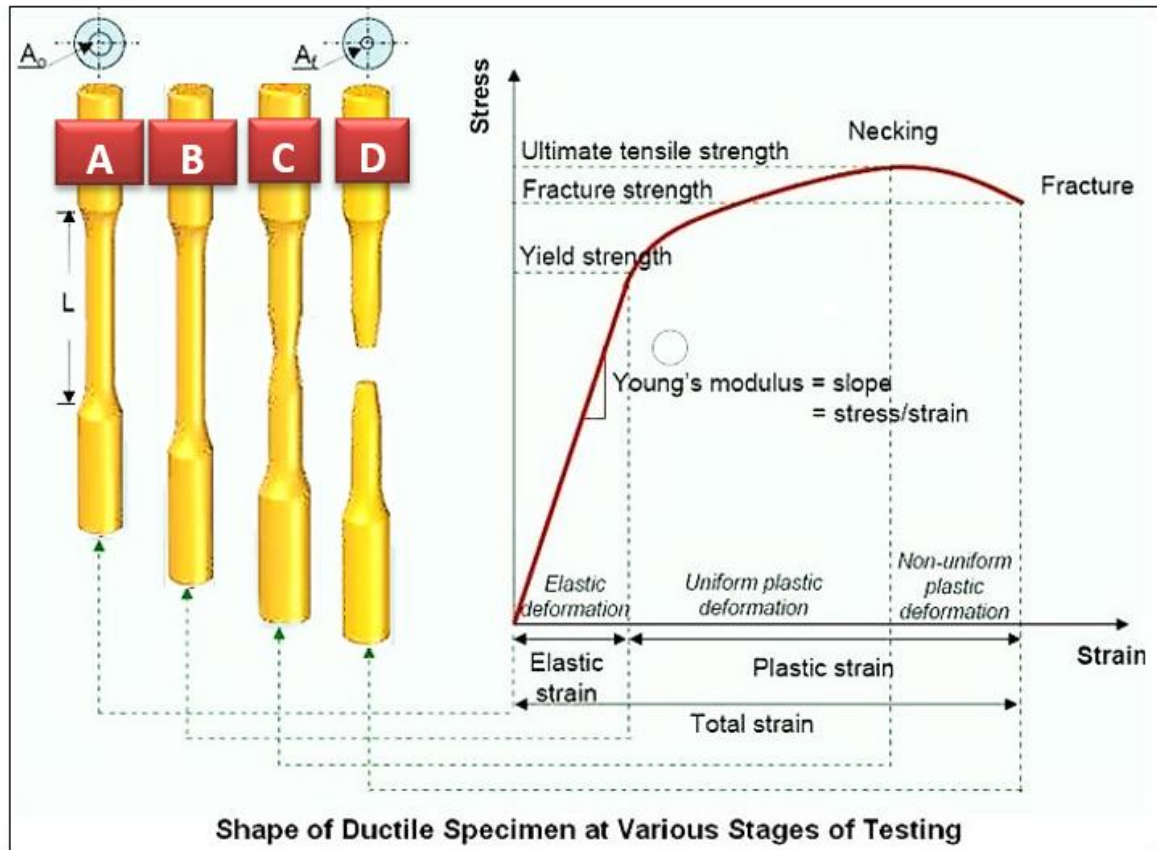
ชั้นที่
5

ข้ออภิปรายและสรุปผล (Discussion and Conclusion)

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

ตอนที่ 2

คำชี้แจง : ให้นักศึกษาพิจารณารูปภาพ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น-ความเครียดของวัสดุ และ ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง (10 คะแนน)



ภาพที่ 1.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น-ความเครียดของวัสดุ

ที่มา : <http://practicalmaintenance.net/?p=948>

1. จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น (Stress) และความเครียด (Strain) จุดใดแสดงถึง Yield Strength ของวัสดุ

- ☐ A. จุดที่กราฟมีความเค้นสูงสุด
- ☐ B. จุดที่กราฟเริ่มโค้ง (เปลี่ยนจากการยืดหยุ่นเป็นการเสียรูปถาวร)

2. จากภาพด้านซ้ายมือ (A, B, C, D) ตัวอย่างที่แสดงถึง Necking เกิดขึ้นคือข้อใด

- ☐ A. ตัวอย่างภาพ C
- ☐ B. ตัวอย่างภาพ D

3. จากภาพด้านซ้ายมือ (A, B, C, D) ตัวอย่างใดแสดงถึงการเกิด Fracture หรือการแตกหักของวัสดุ

- ☐ A. ตัวอย่างภาพ B
- ☐ B. ตัวอย่างภาพ D

4. ในกราฟ Stress-Strain ช่วง Elastic Deformation มีลักษณะเป็นอย่างไร

- ☐ A. กราฟเป็นเส้นตรง
- ☐ B. กราฟโค้งขึ้นอย่างชัดเจน

5. จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด ช่วงที่วัสดุเกิดการเสียรูปแบบถาวรคือช่วงใด

- ☐ A. หลัง Yield Strength
- ☐ B. ก่อน Yield Strength

6. ในกราฟ Stress-Strain จุดใดแสดงถึง Ultimate Tensile Strength (UTS)

- ☐ A. จุดที่กราฟมีความเค้นสูงสุด
- ☐ B. จุดที่กราฟเริ่มลดลงหลัง Necking

7. Young's Modulus มีค่าคงที่ในช่วงใดของกราฟ

- ☐ A. Plastic Deformation
- ☐ B. Elastic Deformation

8. เมื่อผ่าน Yield Strength ไปแล้ว วัสดุจะเข้าสู่ช่วงใด

- ☐ A. Elastic deformation
- ☐ B. Uniform plastic deformation

9. ช่วง Elastic Deformation ในกราฟมีลักษณะอย่างไร

- ☐ A. วัสดุยืดตัวแบบถาวร
- ☐ B. วัสดุกลับคืนรูปร่างเดิมเมื่อปลดแรง

10. ช่วง Elastic strain ในกราฟหมายถึงอะไร

- ☐ A. ช่วงที่วัสดุสามารถกลับสู่รูปเดิมได้
- ☐ B. ช่วงที่วัสดุยืดตัวอย่างถาวร

4 | ชั้น

กิจกรรมที่ 4 สรุปได้ อธิบายเป็น อธิบาย และลงข้อสรุป (Explain)

หน่วยที่ 1	แรงดึง (Tension)	คะแนนที่ได้
กิจกรรมที่ 4	สรุปได้ อธิบายเป็น	เวลา 30 นาที คะแนนเต็ม 25

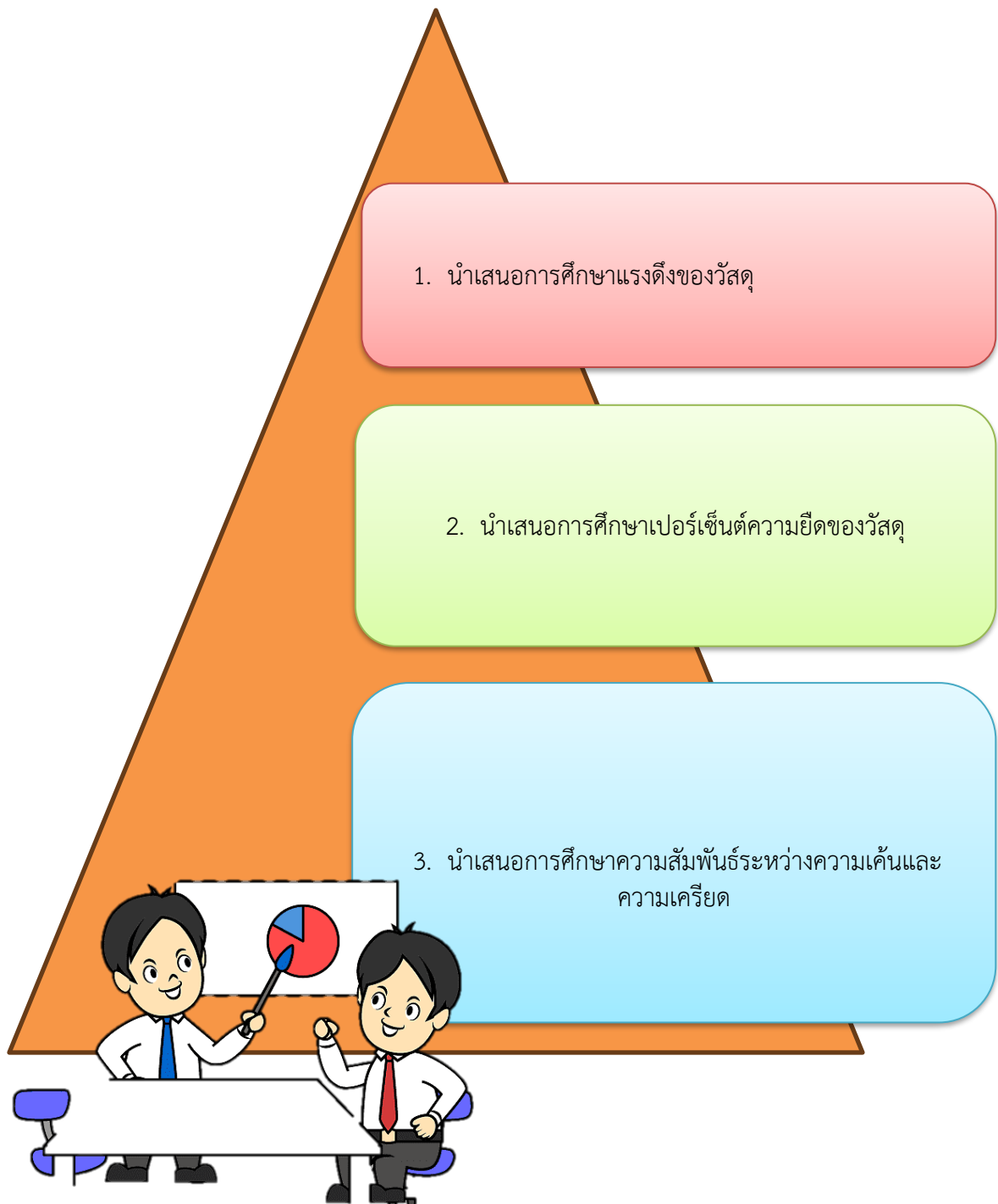
ตอนที่ 1

คำชี้แจง : ให้นักศึกษาตอบคำถามเกี่ยวกับการทดสอบหาค่าแรงดึงของวัสดุ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหน้าข้อความที่กล่าวถูกต้อง (5 คะแนน)

- จากการทดสอบ ค่าแรง (Force) มีความสัมพันธ์กับการยืดตัว (Elongation) อย่างไร
 - ☐ การยืดตัวเพิ่มขึ้น เมื่อแรงเพิ่มขึ้น
 - ☐ การยืดตัวลดลง เมื่อแรงเพิ่มขึ้น
- ข้อใดกล่าวถึงลักษณะของวัสดุอูนิแอสเทติกได้ถูกต้อง
 - ☐ สามารถยืดตัวได้ดีภายใต้แรงดึง แต่เมื่อถึงจุดหนึ่งวัสดุจะเข้าสู่ระยะการแตกหัก
 - ☐ วัสดุอูนิแอสเทติกมีความเปราะ และไม่สามารถยืดตัวได้มากนัก
- สาเหตุใดที่ต้องวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของชิ้นงานก่อนเริ่มทดสอบ
 - ☐ เพื่อยืนยันว่าชิ้นงานเป็นอูนิแอสเทติก
 - ☐ เพื่อใช้คำนวณค่าความเค้น (Stress) และความเครียด (Strain)
- จุดที่ชิ้นงานไม่สามารถรับแรงดึงเพิ่มได้อีกต่อไปเรียกว่าอะไร
 - ☐ จุดคอขวด (Yield Point)
 - ☐ จุดแตกหัก (Fracture Point)
- เพราะเหตุใดหลังจากค่าความเค้นสูงสุดแล้ว จึงเกิดการลดลงของค่าความเค้นในชิ้นงาน
 - ☐ วัสดุเข้าสู่ระยะการแตกหักและไม่สามารถรับแรงได้มากขึ้น
 - ☐ วัสดุมีความแข็งแรงมากขึ้น

ตอนที่ 2

คำชี้แจง : ให้แบ่งกลุ่มนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กัน กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่ม A และ กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่ม B นำเสนอใน 3 หัวข้อที่กำหนดให้ กลุ่มละไม่เกิน 10 นาที (20 คะแนน)



5 | ชั้น

กิจกรรมที่ 5 เพิ่มเติม เสริมความรู้ ขยายความคิด (Elaborate)

หน่วยที่ 1	แรงดึง (Tension)	คะแนนที่ได้
กิจกรรมที่ 5	เพิ่มเติม เสริมความรู้	เวลา 20 นาที
	คะแนนเต็ม 16	

ตอนที่ 1

คำชี้แจง : 1. นักศึกษาแบ่งกลุ่มออก เป็นกลุ่ม 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 - 5 คน นั่งตามโต๊ะปฏิบัติงานเหมือนเดิม
2. นักศึกษาร่วมสืบค้นข้อมูล เพื่อขยายความคิดจากการระดมสมอง โดยให้นักศึกษาสืบค้น
ข้อมูลและตอบคำถามเพิ่มเติมเสริมความรู้ (10 คะแนน)

1. สสารและสิ่งของต่าง ๆ ในสภาพปกติโดยทั่วไป มีกี่สถานะ อะไรบ้าง

- ☐ 2 สถานะ คือ ของแข็ง และของเหลว
☐ 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

2. จงอธิบายคำว่า “การผิดรูป (deformation)” คืออะไร

- ☐ การที่วัตถุเปลี่ยนรูปร่างถาวรไม่คืนสภาพเดิมเมื่อหยุดออกแรง
☐ การที่วัตถุเปลี่ยนรูปร่างและคืนสภาพเดิมเมื่อหยุดออกแรง

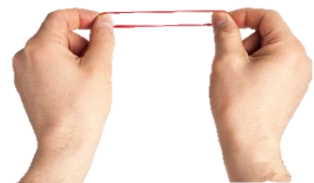
จากรูปภาพต่อไปนี้ให้ใช้ตอบคำถามใน ข้อ 3 และ ข้อ 4



ออกแรงบีบกระป๋อง



ออกแรงบีบดินน้ำมัน



ออกแรงยืดหนังยาง



ออกแรงบีบฟองน้ำ



ออกแรงบีบลูกโป่งที่มีลม



ออกแรงทุบกระถางต้นไม้ดินเผา

3. จากรูปนักศึกษาคิดว่าข้อใด เมื่อออกแรงกระทำวัตถุแล้วทำให้วัตถุเกิดการผิดรูปอย่างถาวร

- ☐ ออกแรงบีบกระป๋อง, ออกแรงบีบดินน้ำมัน, ออกแรงทุบกระถางต้นไม้ดินเผา
☐ ออกแรงบีบฟองน้ำ, ออกแรงยืดหนังยาง, ออกแรงบีบลูกโป่งที่มีลม

4. จากรูปนักศึกษาคิดว่าข้อใด เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเกิดการยุบ แล้วกลับสู่สภาพเดิมเมื่อหยุดออกแรง

- ☐ ออกแรงบีบฟองน้ำ, ออกแรงยืดหนังยาง, ออกแรงบีบลูกโป่งที่มีลม
- ☐ ออกแรงบีบกระป๋อง, ออกแรงบีบดินน้ำมัน, ออกแรงทุบกระถางต้นไม้ดินเผา

5. จากสมการ $\sigma = F/A$ สัญลักษณ์ F หมายถึงค่าใด และมีหน่วยเป็นอะไร

- ☐ พื้นที่หน้าตัด มีหน่วยเป็นตารางเมตร (m^2)
- ☐ แรง มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

6. จากสมการ $\sigma = F/A$ สัญลักษณ์ A หมายถึงค่าใด และมีหน่วยเป็นอะไร

- ☐ พื้นที่หน้าตัด มีหน่วยเป็นตารางเมตร (m^2)
- ☐ แรง มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

7. ความเค้นแบ่งออกเป็นกี่ชนิด อะไรบ้าง

- ☐ 3 ชนิด คือ ความเค้นดึง ความเค้นอัด และความเค้นเฉือน
- ☐ 4 ชนิด คือ ความเค้นดึง, ความเค้นเฉือน, ความเค้นด้น และความเค้นแรงบิด

8. จากรูป A และ B แท่งวัตถุในรูปใดมีความเค้นมากกว่า (ถ้าขนาดของแรงดึงเท่ากัน) เพราะเหตุใด

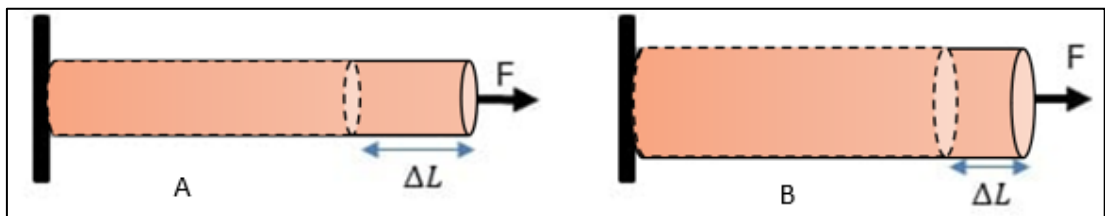


- ☐ แท่งวัตถุ A มีความเค้นมากกว่า เพราะวัตถุ A มีพื้นที่หน้าตัดน้อยกว่าวัตถุ B
- ☐ แท่งวัตถุ B มีความเค้นมากกว่า เพราะวัตถุ B มีพื้นที่หน้าตัดน้อยกว่าวัตถุ A

9. สัญลักษณ์ ϵ หมายถึงค่าใด และมีหน่วยเป็นอะไร

- ☐ A) ความเครียดตามยาว ไม่มีหน่วย
- ☐ B) ความเค้นตามยาว มีหน่วยเป็นนิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2)

10. จากรูป A และ B แท่งวัตถุในรูปใดมีความเครียดมากกว่า (ถ้าขนาดของแรงดึงเท่ากัน) เพราะเหตุใด



- ☐ วัตถุ B มีความเครียดมากกว่า เพราะวัตถุ B มีความยาวที่เพิ่มขึ้นมากกว่าวัตถุ A ขณะที่ความยาวเดิมเท่ากัน
- ☐ วัตถุ A มีความเครียดมากกว่า เพราะวัตถุ A มีความยาวที่เพิ่มขึ้นมากกว่าวัตถุ B ขณะที่ความยาวเดิมเท่ากัน

ตอนที่ 2

คำชี้แจง : จงเรียงลำดับวัสดุตามระยะยืดตัว (elongation) จากน้อยที่สุดไปมากที่สุด ในกรณีที่วัสดุมีขนาดเท่ากันและรับแรงดึงเท่ากัน สามารถพิจารณาได้จาก โมดูลัสยืดหยุ่น (Young's Modulus) และคุณสมบัติทางกลของวัสดุ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหน้าข้อความที่กล่าวถูกต้อง (6 คะแนน)

 ทองแดง (Copper)	 อลูมิเนียม (Aluminum)	 ทองเหลือง (Brass)
 เหล็กหล่อ (Cast Iron)	 สแตนเลส (Stainless Steel)	 ยาง (Rubber)

6 | ชั้น

กิจกรรมที่ 6 ประเมินผล ค้นคว้งงาน ประเมินผล (Evaluate)

หน่วยที่ 1	แรงดึง (Tension)			คะแนนที่ได้
กิจกรรมที่ 6	ประเมินผล ค้นคว้งงาน	เวลา 20 นาที	คะแนนเต็ม 25	

ตอนที่ 1

คำชี้แจง : จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหน้าข้อความที่กล่าวถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย ✗ ลงในช่องว่างหน้าข้อความที่กล่าวผิด (10 คะแนน)

- 1. ความเค้น (Stress) คือ การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุเมื่อได้รับแรงภายนอก
- 2. ความเครียด (Strain) คือ การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุต่อหน่วยความยาวเดิม
- 3. วัสดุที่มีโมดูลัสยืดหยุ่นสูงจะสามารถรับแรงได้มากแต่เปลี่ยนรูปร่างน้อย
- 4. กราฟความเค้น-ความเครียด สามารถใช้ในการระบุสมบัติวัสดุได้หลายประการ เช่น จุดครากและความแข็งแรงขั้นสุดท้าย
- 5. การเปลี่ยนรูปของวัสดุภายใต้ความเค้นจะไม่สามารถกลับคืนสภาพเดิมได้
- 6. ความเครียดไม่มีหน่วยเพราะเป็นการเปรียบเทียบระหว่างการเปลี่ยนแปลงความยาวกับความยาวเดิม
- 7. ความเค้นจุดคราก (Yield Stress) คือ ความเค้นสูงสุดที่วัสดุสามารถรับได้ก่อนที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงถาวร
- 8. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างที่ไม่สามารถกลับคืนไปสู่สภาพเดิมได้เรียกว่า การเสียรูปถาวร (Permanent Deformation)
- 9. การทดลองความเค้น ความเครียดของวัสดุสามารถนำไปใช้ในการออกแบบโครงสร้างที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพได้
- 10. วัสดุที่มีความเครียดมากจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างน้อย

ตอนที่ 2

คำชี้แจง : จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างที่กำหนดให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

ข้อที่ 1: ความเค้น (Stress) คือ _____ ที่กระทำต่อพื้นที่ของวัสดุ

☐ ก. แรง

☐ ข. ความยาว

ข้อที่ 2: หน่วยของความเค้นในระบบ SI คือ _____

☐ ก. นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2)

☐ ข. เมตรต่อวินาที (m/s)

ข้อที่ 3: ความเครียด (Strain) คือ _____ ที่เกิดขึ้นกับวัสดุเมื่อได้รับความเค้น

☐ ก. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือขนาด

☐ ข. การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก

ข้อที่ 4: หน่วยของความเครียดคือ _____

☐ ก. นิวตัน (N)

☐ ข. ไม่มีหน่วย (อัตราส่วน)

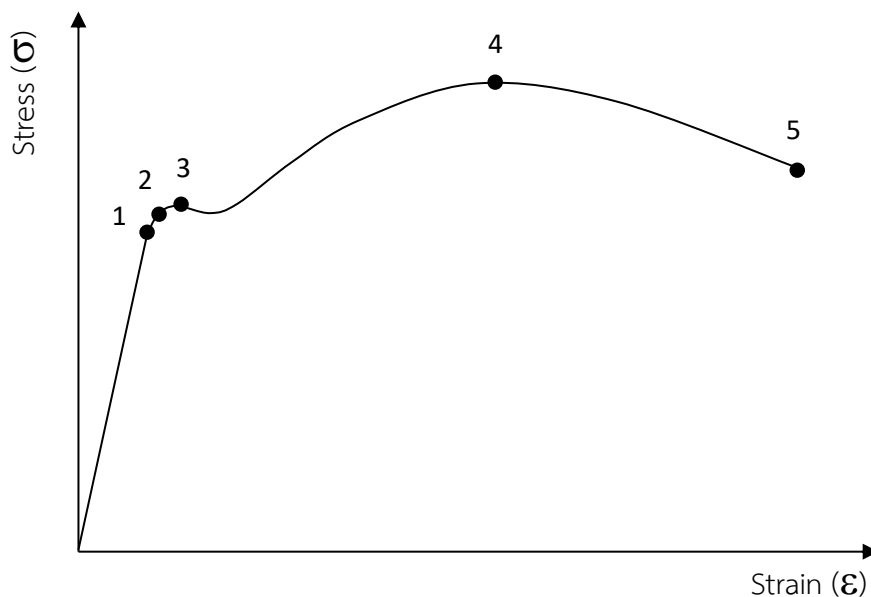
ข้อที่ 5: กราฟความเค้น-ความเครียดของวัสดุที่มีความยืดหยุ่นจะมีลักษณะ _____

☐ ก. เส้นโค้งตลอดช่วง

☐ ข. เส้นตรงในช่วงเริ่มต้น

ตอนที่ 3

คำชี้แจง : จงเติมตัวเลขลงในช่องว่างที่กำหนดให้ถูกต้อง (5 คะแนน)



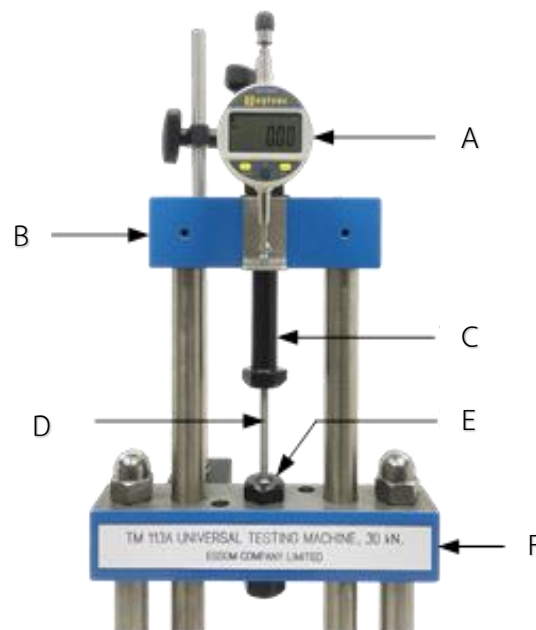
ภาพที่ 1.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น-ความเครียด

ที่มา : https://eng.sut.ac.th/me/2014/laboratory/document/Tensile_Test.pdf

1. จุด เป็นจุดที่วัสดุขาดออกจากกัน
2. จุด มีชื่อเรียกว่า Ultimate tensile strength เป็นจุดที่มี σ_u สูงสุด
3. จุด เป็นจุดสุดท้ายที่แรงกับส่วนที่ยืดออกเป็นปฏิกิริยาโดยตรงต่อกัน
4. จุด เป็นจุดที่วัสดุยืดออกโดยไม่ต้องเพิ่มแรง ซึ่งมีชื่อเรียกว่า yield point หรือ จุดคราก
5. จุด เป็นจุดสุดท้ายที่วัสดุจะกลับมามีความยาวเท่าเดิมได้เมื่อปล่อยแรง ซึ่งจุดนี้มีชื่อเรียกว่า Elastic Limit หรือ พิกัดความยืดหยุ่น

ตอนที่ 4

คำชี้แจง : จงนำตัวอักษรแสดงส่วนประกอบของเครื่องทดสอบเนกประสงค์ (Universal testing machine), 30 KN เติมลงในช่องว่างหน้าชื่อที่ถูกต้องของส่วนประกอบนั้น ๆ (5 คะแนน)



ภาพที่ 1.11 ชุดทดสอบแรงดึง
ที่มา : ไพศาล พรณฤชิตพงศ์ (2565)

- 1. Digital dial indicator
- 2. Top plate
- 3. Upper screw chuck
- 4. Tensile specimen
- 5. Lower screw chuck

7 | ชั้น

กิจกรรมที่ 7 นำไปใช้ ถ่ายโอนความคิด นำความรู้ไปใช้ (Extend)

หน่วยที่ 1	แรงดึง (Tension)			คะแนนที่ได้
กิจกรรมที่ 7	นำไปใช้ ถ่ายโอนความคิด	เวลา 20 นาที	คะแนนเต็ม 10	

ตอนที่ 1

คำชี้แจง : ให้นักศึกษาตอบคำถาม เกี่ยวกับแรงดึง (Tension) ในการนำไปใช้งาน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุด (10 คะแนน)

- ในการออกแบบโครงสร้างสะพานที่ต้องรับแรงดึงสูง ควรเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติอย่างไร
 - ☐ วัสดุที่มีค่าความเค้นต่ำแต่สามารถเปลี่ยนรูปถาวรได้ง่าย
 - ☐ วัสดุที่มีค่าความเค้นสูงและความเหนียว (Ductility) สูง
- ในการตรวจสอบความปลอดภัยของชิ้นส่วนเครื่องจักรที่รับแรงดึง ควรพิจารณาค่าความเค้น (Stress) ที่จุดใดเป็นสำคัญ
 - ☐ จุดคราก (Yield Point)
 - ☐ จุดขาด (Fracture Point)
- หากต้องการออกแบบสายเคเบิลที่รับแรงดึงได้ดีและไม่ขาดง่าย วัสดุใดต่อไปนี้เหมาะสมที่สุด
 - ☐ ยางธรรมชาติ
 - ☐ เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
- นักศึกษาได้ทดสอบแรงดึงของวัสดุอูมิเนียมและพบว่าเมื่อแรงดึงเพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุด วัสดุเริ่มเปลี่ยนรูปถาวร ข้อมูลนี้บ่งชี้ว่าวัสดุได้ผ่านจุดใดแล้ว
 - ☐ จุดคราก (Yield Point)
 - ☐ จุดยืดหยุ่น (Elastic Limit)
- หากวัสดุอูมิเนียมมีค่าความเค้นสูงสุดที่ 180 N/mm^2 และแรงที่กระทำกับวัสดุมีค่า 10 KN โดยพื้นที่หน้าตัดคือ 50 mm^2 วัสดุนี้จะเกิดการเสียรูปถาวรหรือไม่
 - ☐ ไม่เกิดการเสียรูปถาวร
 - ☐ เกิดการเสียรูปถาวร
- หากต้องการออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้างที่ปลอดภัยจากการรับแรงดึง ควรเลือกวัสดุที่มีลักษณะอย่างไร
 - ☐ ควรเลือกวัสดุที่มีค่าความเค้นคราก (Yield Stress) สูง
 - ☐ ควรเลือกวัสดุที่มีค่าความเครียด (Strain) ต่ำ

7. นักศึกษาต้องการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างสะพานที่รับแรงดึง นักศึกษาควรนำข้อมูลใดไปวิเคราะห์เป็นลำดับแรก

- ☐ ความสามารถในการทนต่อแรงบิด (Torsion)
- ☐ ค่าความเค้น (Stress) สูงสุดที่โครงสร้างสะพานจะรับได้

8. การยืดตัวของชิ้นงานทดสอบแรงดึงจะมีผลต่อการออกแบบชิ้นส่วนในข้อใดมากที่สุด

- ☐ การออกแบบชิ้นส่วนให้รับแรงกระแทก
- ☐ การออกแบบชิ้นส่วนให้ทนต่อการเปลี่ยนรูปถาวร

9. หากต้องการออกแบบสะพานหลักให้รับน้ำหนักรถที่วิ่งผ่าน วัสดุควรมีสมบัติใดมากที่สุด

- ☐ ค่าความเค้นคราก (Yield Stress) ต่ำ
- ☐ โมดูลัสของยัง (Young's Modulus) สูง

10. การเลือกวัสดุสำหรับสร้างโครงสร้างที่ต้องรับแรงมากและมีความปลอดภัยสูง ควรเลือกวัสดุโดยพิจารณาจากปัจจัยใด

- ☐ ค่า Safety Factor สูง
- ☐ ค่า Yield Stress ต่ำ

แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 1

ประเมินผลหลังการจัดการเรียนรู้

หน่วยที่ 1 แรงดึง (Tension)				คะแนนที่ได้
กิจกรรม	ทดสอบหลังเรียน (Post Test)	เวลา 10 นาที	คะแนนเต็ม 10	

คำชี้แจง

- ข้อสอบมีจำนวน 10 ข้อ เป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
 - ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ
 - กรณีทำข้อสอบ Post Test On-Line ผ่าน Google Form ให้นักศึกษา Scan QR Code
- หน่วยวัดมาตรฐานของความเค้นดึง (Tensile Stress) ในระบบหน่วยระหว่างประเทศ (SI - International System of Units) คืออะไร
 - นิวตัน (N)
 - เมตร (m)
 - จูล (J)
 - ปาสคาล (Pa)
 - การทดสอบแรงดึง (Tensile Test) มีวัตถุประสงค์หลักเพื่ออะไร
 - เพื่อทดสอบความแข็งแรงของวัสดุ
 - เพื่อวัดความต้านทานการเกิดสนิม
 - เพื่อหาค่าความเค้นและความเครียดสูงสุดที่วัสดุสามารถทนได้
 - เพื่อวัดความสามารถในการนำไฟฟ้าของวัสดุ
 - ปรากฏการณ์การเกิดคอคอด (Necking) ในชิ้นทดสอบแรงดึงของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel) เริ่มเกิดขึ้นในช่วงใดของกราฟความเค้น-ความเครียด
 - ช่วงก่อนถึงจุดคราก (Before Yield Point) ในขณะที่วัสดุยังอยู่ในช่วงยืดหยุ่น
 - ทันทีที่วัสดุถึงจุดคราก (At Yield Point) เมื่อเริ่มเข้าสู่ช่วงพลาสติก
 - หลังจากที่วัสดุผ่านจุดความเค้นสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) ช่วงที่ความเค้นเริ่มลดลง
 - เมื่อวัสดุถึงจุดแตกหัก (Fracture Point) ในขณะที่เกิดการแยกออกจากกัน
 - หลักการพื้นฐานของการทดสอบแรงดึง (Tensile Test) คือข้อใด
 - การทดสอบความแข็งแรงของวัสดุโดยใช้แรงกระแทกหรือแรงกระทำอย่างฉับพลัน
 - การตรวจสอบพฤติกรรมและคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุเมื่อถูกดึงในแนวแกนเดียวจนกระทั่งขาด
 - การวัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในเนื้อวัสดุขณะได้รับแรงกระทำ
 - การทดสอบความสามารถในการนำไฟฟ้าของวัสดุขณะที่ถูกยืดออก

5. ในการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ "ความเค้นดึง" (Tensile Stress) หมายถึงอะไร
- แรงดึงที่กระทำต่องานต่อพื้นที่ภาคตัดขวางของวัสดุ โดยพยายามที่จะแยกวัสดุให้ออกจากกัน
 - แรงดึงที่กระทำต่องานต่อพื้นที่ภาคตัดขวางของวัสดุ โดยพยายามที่จะอัดวัสดุให้เข้าหากัน
 - แรงดึงกระทำวัสดุนั้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ
 - แรงดึงกระทำวัสดุนั้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดของวัสดุ
6. ในการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ "ความเครียด" (Strain) หมายถึงอะไร
- การเปลี่ยนแปลงขนาดของวัสดุ
 - การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ
 - อัตราส่วนระหว่างการเปลี่ยนแปลงความยาวกับความยาวเดิม
 - อัตราส่วนระหว่างแรงดึงกับพื้นที่ภาคตัดขวางของวัสดุ
7. ในการทดสอบแรงดึง กราฟความเค้น-ความเครียด (Stress-Strain Curve) ของวัสดุที่แสดงพฤติกรรมยืดหยุ่นเชิงเส้น (Linear Elastic Behavior) จะมีลักษณะอย่างไร
- เส้นตรงที่มีความชันคงที่ตลอดช่วงการยืดหยุ่น
 - เส้นโค้งที่มีความชันลดลงเรื่อยๆ เมื่อความเครียดเพิ่มขึ้น
 - เส้นซิกแซกที่มีการเปลี่ยนแปลงความชันไปมา
 - เส้นโค้งที่มีจุดเปลี่ยนความชันอย่างชัดเจน
8. การทดสอบแรงดึงของเหล็กมีความสำคัญต่อการออกแบบโครงสร้างอย่างไร
- ช่วยลดต้นทุนการก่อสร้างโดยการเลือกใช้วัสดุที่มีราคาถูกที่สุด
 - ช่วยให้โครงสร้างมีรูปลักษณะที่สวยงามตามหลักสถาปัตยกรรม
 - ช่วยในการเลือกสีและวิธีการรักษาพื้นผิวของโครงสร้างให้คงทน
 - ช่วยให้สามารถคำนวณขนาดและประเภทของวัสดุที่เหมาะสม
9. จากการวิเคราะห์กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด (Stress-Strain Curve) เมื่อวัสดุถูกดึงจนถึงจุดคราก (Yield Point) แล้ว หากยังคงเพิ่มแรงดึงต่อไป จะเกิดปรากฏการณ์ใดกับวัสดุ
- วัสดุจะเริ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างถาวร (Plastic Deformation) เมื่อนำแรงออก
 - วัสดุยังคงสามารถกลับคืนรูปร่างเดิมได้ทั้งหมด (Elastic Recovery) เมื่อนำแรงออก
 - วัสดุจะแตกหักทันที (Immediate Fracture) โดยไม่มีการยืดตัวเพิ่มเติม
 - วัสดุจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือโครงสร้างภายในเพิ่มเติม
10. จากการทดสอบแรงดึงในชิ้นงานรูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm พบว่ามีการยืดตัว 0.25 mm เมื่อได้รับแรงดึง 2.5 kN ความยาวประสิทธิผลของชิ้นงานคือ 80 mm จงหาคำนวนค่าความเค้นดึง (Tensile Stress)
- 110.04 N/mm²
 - 88.42 N/mm²
 - 22.08 N/mm²
 - 44.21 N/mm²



กระดาศำตอบ

หล้งเรียน



วิชา งานทดลองเครื่องกล รหัสวิชา 30101-2007		คะแนนเต็ม 10		
เรื่อง คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ		คะแนนที่ได้		
หน่วยที่ 1 แรงดึง (Tension)				
ชื่อ-นามสกุล				
ระดับ ปวส.กลุ่ม.....				
คำสั่ง : ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาศำตอบ				
ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
เกณฑ์การประเมิน ได้ไม่น้อยกว่า 8 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80			ผลการประเมิน	
☐ 8 - 10 คะแนน ระดับ 3 ดี ☐ 5 - 7 คะแนน ระดับ 2 พอใช้ ☐ 0 - 4 คะแนน ระดับ 1 ปรับปรุง			☐ ไม่ผ่าน	☐ ผ่าน

แบบสรุปกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

เรื่อง คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ

หน่วยที่ 1 แรงดึง (Tension)

คำชี้แจง : 1. ให้นักศึกษานำบันทึกคะแนนลงในช่องคะแนนหลังจากทำกิจกรรมครบทุกกิจกรรม

กิจกรรม	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
กิจกรรมที่ 1 ทบทวน ขวนจำ	28	
กิจกรรมที่ 2 สนใจ ฟังเรียน	10	
กิจกรรมที่ 3 สืบค้น ทดลอง	31	
กิจกรรมที่ 4 สรุปได้ อธิบายเป็น	25	
กิจกรรมที่ 5 เพิ่มเติม เสริมความรู้	16	
กิจกรรมที่ 6 ประเมินผล ค้นคว้างาน	25	
กิจกรรมที่ 7 นำไปใช้ ถ่ายโอนความคิด	10	
รวมคะแนน	145	

ร้อยละของคะแนน = (คะแนนที่ได้/คะแนนเต็ม) $\times$ 100 =

ระดับคุณภาพ

- ☐ 116-145 = ระดับคุณภาพ ดี (ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80)
- ☐ 87-115 = ระดับคุณภาพ พอใช้ (ร้อยละ 60 -79)
- ☐ 0-86 = ระดับคุณภาพ ปรับปรุง (ต่ำกว่าร้อยละ 60)

เกณฑ์การประเมินผลกิจกรรม 1-7

- ☐ ผ่าน = ได้คะแนนรวมไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนรวมทั้งหมด
- ☐ ไม่ผ่าน = ได้คะแนนรวมต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนรวมทั้งหมด

คำชี้แจง : 2. ให้นักศึกษานำบันทึกคะแนนลงในช่องคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

กิจกรรม	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
ทดสอบก่อนเรียน	10	
ทดสอบหลังเรียน	10	

ร้อยละคะแนนทดสอบหลังเรียน = (คะแนนทดสอบหลังเรียนที่ได้/คะแนนทดสอบหลังเรียนเต็ม) $\times$ 100

=

ระดับคุณภาพ

- ☐ 8-10 = ระดับคุณภาพ ดี (ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80)
- ☐ 6-7 = ระดับคุณภาพ พอใช้ (ร้อยละ 60 -79)
- ☐ 0-5 = ระดับคุณภาพ ปรับปรุง (ต่ำกว่าร้อยละ 60)

เกณฑ์การประเมินการทดสอบหลังเรียน

- ☐ ผ่าน = ได้คะแนนทดสอบหลังเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนรวมทั้งหมด
- ☐ ไม่ผ่าน = ได้คะแนนทดสอบหลังเรียนต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนรวมทั้งหมด

หมายเหตุ

1. นักศึกษาต้องผ่านเกณฑ์การประเมินกิจกรรม 1-7 และแบบทดสอบหลังเรียน ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80
2. กรณีนักศึกษาไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้ติดต่อครูผู้สอน เพื่อเรียนซ่อมเสริม หรือมอบหมายงานเพิ่มเติม



WEB GUIDE

ชุดกิจกรรมที่ 2 คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ

หน่วยที่ 1 แรงดึง (Tension)

อ้างอิงจาก <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=559412626288715&id>

อ้างอิงจาก https://www.youtube.com/watch?v=81c_O5ESYi0

อ้างอิงจาก https://eng.sut.ac.th/me/2014/laboratory/document/Tensile_Test.pdf

หน่วยที่ 2 แรงเฉือน (Shear force)

อ้างอิงจาก <https://www.youtube.com/watch?v=EJ9RXIjyEfs>

อ้างอิงจาก <https://www.savvyaviation.com/shear-joints/>

อ้างอิงจาก <https://web.unica.it/unica/protected/339701/0/def/ref/MAT339694/>

อ้างอิงจาก <https://orddept-crma-stress.blogspot.com/2008/09/stress.html>

หน่วยที่ 3 แรงบิด (Torsion)

อ้างอิงจาก <https://eng.sut.ac.th/me/2014/laboratory/TorsionTest.php>

อ้างอิงจาก https://www.youtube.com/watch?v=ZQvcECGzbks&ab_channel

อ้างอิงจาก <http://www.weekendhobby.com/offroad/mitsubishi/shtml/7046.shtml>

อ้างอิงจาก https://eng.sut.ac.th/me/2014/laboratory/document/Torsion_Test.pdf

อ้างอิงจาก <https://www.truelookpanya.com/knowledge/content/87766/-scimat-sci>

หน่วยที่ 4 การแอ่นตัวของคาน (Beam Deflection)

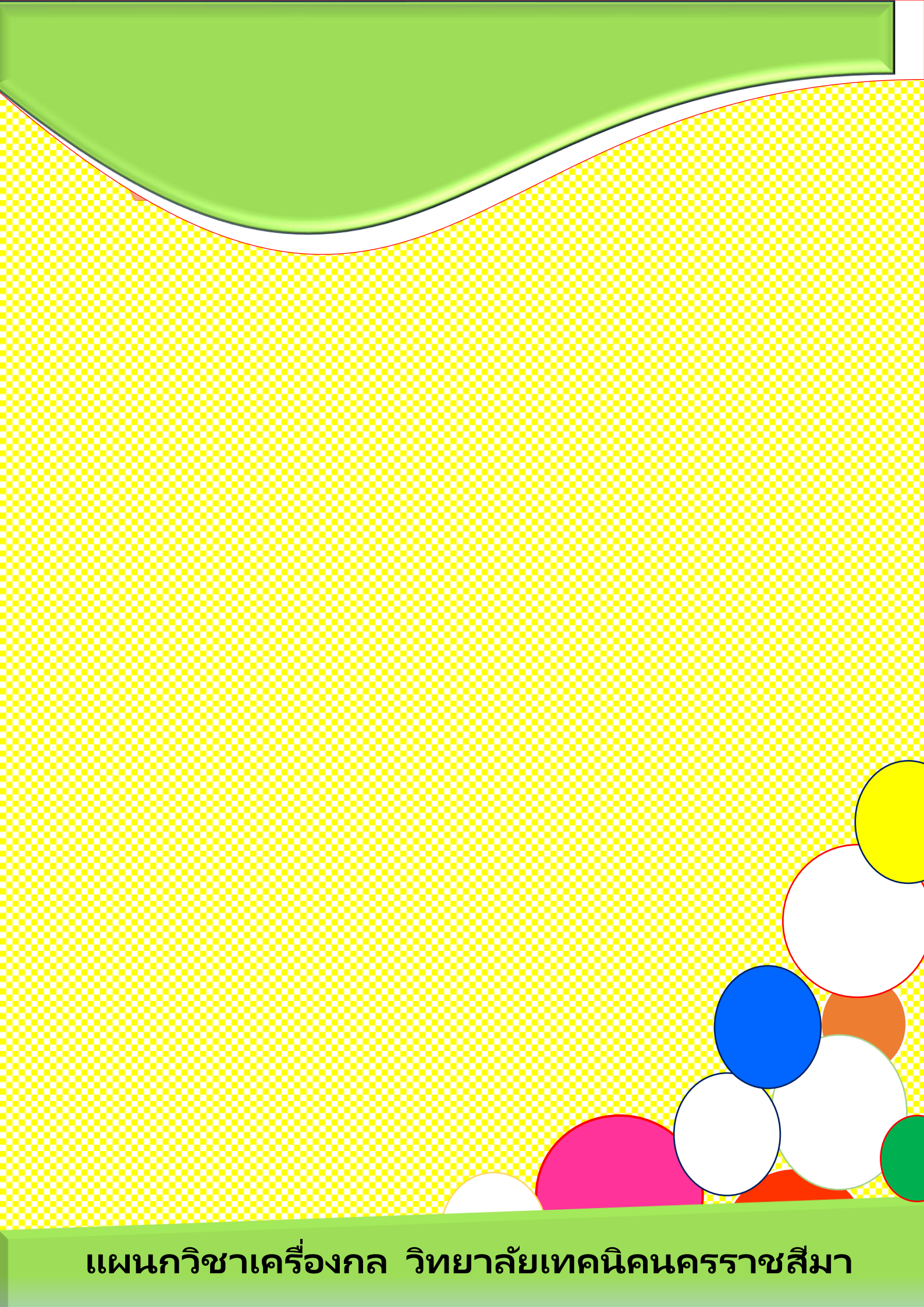
อ้างอิงจาก <https://www.youtube.com/watch?v=gQqagJsQV5c>

อ้างอิงจาก <https://anyflip.com/lkvgw/zsdb/basic>

อ้างอิงจาก <https://thai-solidworks-simulation.blogspot.com/2017/09/beam-mesh.html>

บรรณานุกรม

- ชนบ เพชรซ้อน.งานทดลองเครื่องกล.กรุงเทพฯ,2558
- ชนะ กลีภาร์. **ความแข็งแรงของวัสดุ**.กรุงเทพฯ: กิจสยามการพิมพ์,2517
- ธรรม์ณชาติ วันแต่ง,ผศ. **ความแข็งแรงของวัสดุ**.กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น,2560
- อํารง โขตะมั่งสะ และสุจิตต์ สมองคุณ.**เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น**.กรุงเทพฯ: เม็ดทราย พรินติ้ง,มปป.
- บริษัท เอสซอม.คู่มือการใช้เครื่องทดสอบเครื่องทดสอบวัสดุศาสตร์อเนกประสงค์.กรุงเทพฯ,2561
- รามจิตติ ฤทธิศร,ผศ.น.อ. **งานทดลองเครื่องกล**.กรุงเทพฯ,2558
- สมนึก มั่งกะสะ.งานทดลองเครื่องกล.กรุงเทพฯ,2558
- อนันต์ วงศ์กรจำง,ผศ.ดร. **ความแข็งแรงของวัสดุ**.กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ศรีสยาม,2530
- Bedford,Anthony and Liechti, Kenneth **M. Mechanics of Materials**. Singapore:McGraw-HiLL,Inc.2000.
- Beer, P. Ferdinand and Jonhston, E. Russell. **Mechanics of Materials**. Secon Edition. Singapore:McGraw-HiLL,Inc.1985.
- Beer, P. Ferdinand and Jonhston, E. Russell. **Mechanics of Materials**. Secon Edition. Singapore:McGraw-HiLL,Inc.1992.
- Hibbeler,R.C. **Mechanics of Materials** Fourth Edition. NEW Jersey: Prentice Hall,Inc.2000.
- Meriam. J.L. and Kraige, L.G. **Engineering Mechanics, Statics**. Fourth Edition. New York: John Wiliey & sons, Inc. 1997.
- Pytel, Andrew and Singer, L. Ferdinand. **Strength of Material**. Fourth Edition. New York: Harper Collins Publishers, Inc.1987



แผนกวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา