



MathStandard

เอกสารประกอบการเรียน

เทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ

เรื่อง วัสดุและการผลิต

เตรียมสอบเข้า ม.4

โครงการห้องเรียนวิทยาศาสตร์ วมว. รอบ 2

www.mathstandard.com

คำชี้แจง

วัสดุและการผลิต

จัดทำโดย MathStandard

ฉบับ 2.0

วัสดุและกระบวนการผลิตมีผลต่อรูปร่าง สมรรถนะ คุณภาพ และต้นทุนของชิ้นงาน การเลือกใช้ต้องพิจารณาหน้าที่ สภาพแวดล้อม ขนาด และหลักฐานทดสอบ การอ่านแบบและการวัดช่วยแปลงความต้องการให้เป็นข้อกำหนดที่ตรวจสอบได้ ก่อนพิจารณาการใช้วัสดุและผลกระทบ

เนื้อหาครอบคลุมสมบัติวัสดุ เครื่องมือและการวัด แบบชิ้นงานและภาพถ่าย การจัดวางและรอยตัด การพิมพ์สามมิติ ตลอดจนคุณภาพ ต้นทุน และการปกป้องการกัดกร่อน เริ่มจากความหมายและวิธีอ่านข้อมูล ไปสู่การเปรียบเทียบหลายเงื่อนไข การตรวจค่าขอบ และการยืนยันจำนวนมากที่สุดหรือน้อยที่สุด

พื้นฐานที่ใช้ ได้แก่ หน่วยความยาว พื้นที่ ปริมาตร อัตราส่วน ร้อยละ เลขยกกำลัง สมการและอสมการ ต้องใช้หน่วยเดียวกันภายในความสัมพันธ์และระบุความหมายตัวแปรเมื่อคำนวณ คำว่าไม่เกินและไม่น้อยกว่า รวมค่าที่เท่ากับเกณฑ์

ผลทดสอบและตัวเลขในสถานการณ์เป็นข้อมูลสมมติสำหรับการวิเคราะห์ การดูน้ำ มวลบรรจุทุก ระยะ โกง เวลาเครื่อง และอัตราสิ้นเปลืองมีผลภายใต้สภาพและกฎที่กำหนด ไม่ใช่รับรองความปลอดภัยของโครงสร้าง อายุอุปกรณ์ หรือคุณสมบัติวัสดุจริงทุกชนิด

การวางตารางทิศเดียว การแบ่งแถบเพิ่มความกว้าง และการวางอิสระเป็นกติกาต่างกัน ต้องใช้เฉพาะวิธีที่ โจทย์อนุญาต ขอบ ช่องว่าง และรอยตัดต้องนับตามวิธีแยกชิ้นงาน ผลหารพื้นที่อย่างเดียวนับยืนยันว่าจัดวางได้

หัวข้อเครื่องมือตัด เจาะ การอบ และการกัดกร่อนใช้เพื่ออ่านแบบและวิเคราะห์ข้อมูล ไม่กำหนดให้นักเรียนใช้เครื่องมือเสียง ต่อบาง หรือทดลองสารละลายด้วยตนเอง การปฏิบัติจริงต้องมีผู้ดูแลและเป็นไปตามข้อกำหนดของอุปกรณ์กับสถานที่

การหาค่าสูงสุดหรือต่ำสุดต้องมีทั้งตัวอย่างที่ทำได้และเหตุผลตัดค่าที่ดีกว่านั้นตามขอบเขต เสนอยอมรับวิธีเทียบเท่าที่คงเงื่อนไขครบ

สารบัญ

เนื้อหาและแบบฝึกหัด

ตอนที่ 1 วัสดุและสมบัติที่สัมพันธ์กับงาน	4
แบบฝึกหัดตอนที่ 1	9
ตอนที่ 2 เครื่องมือ การวัด และความปลอดภัย	11
แบบฝึกหัดตอนที่ 2	15
ตอนที่ 3 แบบชิ้นงานและขนาดจริง	17
แบบฝึกหัดตอนที่ 3	22
ตอนที่ 4 กระบวนการผลิตและการใช้วัสดุ	24
แบบฝึกหัดตอนที่ 4	29
ตอนที่ 5 คุณภาพ ต้นทุน และผลกระทบ	31
แบบฝึกหัดตอนที่ 5	36
สรุปสาระสำคัญ	38
แบบฝึกหัดบูรณาการ	39
เฉลยเฉพาะคำตอบ	44
เฉลยวิธีคิดและเกณฑ์ตรวจ	46
คำศัพท์และเอกสารอ้างอิง	57

ตอนที่ 1

วัสดุและสมบัติที่สัมพันธ์กับงาน

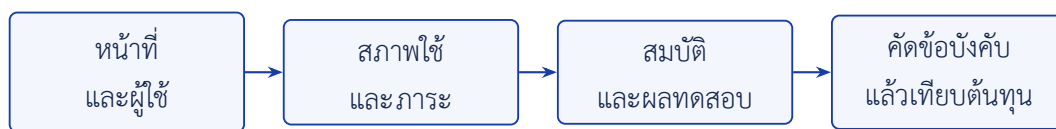
การเลือกวัสดุเริ่มจากหน้าที่ของชิ้นงาน สภาพแวดล้อม และลักษณะภาระที่ต้องรับ วัสดุชนิดเดียวกันอาจให้ผลต่างกันเมื่อเปลี่ยนเกรด ความหนา ทิศวาง หรือวิธีประกอบ จึงต้องแยกสมบัติของวัสดุออกจากสมรรถนะของชิ้นงาน และใช้หลักฐานที่ตรงกับสภาพใช้งานก่อนเปรียบเทียบราคา

1.1 กลุ่มวัสดุและข้อมูลที่ใช้เลือก

วัสดุที่ใช้ในงานพื้นฐานแบ่งได้เป็นไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ โลหะ พอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม การแบ่งกลุ่มช่วยระบุประเด็นที่ควรตรวจ แต่ไม่ได้รับรองสมบัติของวัสดุทุกชิ้นในกลุ่มเดียวกัน ไม้ต่างชนิดและต่างแนวเสี้ยนอาจรับแรงหรือดูดความชื้นต่างกัน โลหะต่างชนิดและต่างส่วนผสมมีการกัดกร่อนและการนำความร้อนต่างกัน ส่วนพอลิเมอร์อาจมีสารเติมแต่งที่เปลี่ยนสมบัติอย่างมาก

กลุ่ม	ประเด็นที่ควรพิจารณา	ข้อมูลที่ต้องตรวจเพิ่ม
ไม้	ทิศเสี้ยน ความชื้น การเปลี่ยนขนาด	ชนิดไม้ การอบผิว และสภาพทดสอบ
โลหะ	การรับแรง การนำไฟฟ้า/ความร้อน การกัดกร่อน	ชนิดและเกรด การเคลือบ และรอยต่อ
พอลิเมอร์	มวล การเปลี่ยนรูป อุณหภูมิใช้งาน	สูตรวัสดุ สารเติมแต่ง และระยะเวลารับแรง
เซรามิก	ผิว ความทนร้อน และการแตกจากแรงกระแทก	ชนิดวัสดุ รูปทรง และตำหนิ
วัสดุผสม	สมบัติจากองค์ประกอบหลายชนิด	สัดส่วน ทิศเสริมแรง และวิธีผลิต

ชิ้นงานอาจใช้วัสดุหลายชนิดเพื่อทำหน้าที่ต่างกัน เช่น โครงรับแรงกับปลอกจับที่ช่วยลด การถ่ายเทความร้อน ต้องพิจารณารอยต่อและการบำรุงรักษาด้วย การเลือกวัสดุหนึ่งจากสมบัติด้านเดียวอาจทำให้ส่วนอื่นไม่ผ่านข้อกำหนด



ภาพที่ 1 เชื่อมหน้าที่ สภาพใช้ สมบัติที่ต้องตรวจ และทางเลือกวัสดุ

ตัวอย่างที่ 1 วัสดุสองส่วนของด้ามจับ

อุปกรณ์สมมติมีส่วนยึดที่ต้องคงรูปและส่วนจับที่ต้องลดการส่งความร้อนถึงมือ จงระบุข้อมูลวัสดุที่ควรตรวจแยกแต่ละส่วน และเหตุที่เลือกกลุ่มวัสดุอย่างเดียวนั้นเพียงพอ

วิธีคิด ส่วนยึดต้องตรวจผลรับแรง การเปลี่ยนรูปและรอยต่อ ส่วนจับตรวจการนำความร้อน อุณหภูมิใช้งาน และการยึดเกาะ ชื่อว่าโลหะหรือพอลิเมอร์ยังไม่บอกเกรด ขนาด และผลทดสอบที่ตรงงาน จึงต้องดูข้อมูลเฉพาะก่อนเลือก

ตอบ ตรวจสมบัติรับแรงของส่วนยึดและ สมบัติความร้อนของส่วนจับ พร้อมข้อมูลเกรดและสภาพทดสอบ

1.2 สมบัติทางกลที่มีความหมายต่างกัน

ความแข็งแรงถึงการต้านรอยกดหรือรอยขีดที่ผิวตามวิธีทดสอบ ความแข็งแรงเกี่ยวข้องกับการต้านการเสียหายหรือการเปลี่ยนรูปเกินเกณฑ์ภายใต้แรงชนิดที่ระบุ ความแข็งดิ่งเกี่ยวข้องกับการต้านการเปลี่ยนรูปในช่วงที่คืนรูปได้ ส่วนสภาพยืดหยุ่นหมายถึงความสามารถกลับสู่รูปเดิมเมื่อเอาแรงออกภายในขอบเขตนั้น ชิ้นงานที่งอง่ายแต่คืนรูปได้จึงอาจยืดหยุ่นโดยไม่ได้แข็งดิ่งมาก

ความเหนียวเกี่ยวข้องกับพลังงานที่รับได้ก่อนแตกหัก ต้องระบุวิธีและสภาพทดสอบ วัสดุที่ผิวเป็นรอยยาก อาจยังแตกเมื่อกระแทก ขณะที่ชิ้นที่โก่งน้อยไม่ได้แสดงว่าผิวแข็งหรือรับแรงจนแตกได้มากกว่าเสมอ ต้องใช้การวัดให้ตรงสมบัติ



ภาพที่ 2 รอยที่ผิว การโก่งแล้วคืนรูป และการแตกให้ข้อมูลคนละด้าน

ตัวอย่างที่ 2 ผลทดสอบคนละสมบัติ

ชิ้น A เกิดรอยผิวน้อยกว่า B ในการชุบแบบเดียวกัน แต่ในการทดสอบดัดที่รูปร่างและภาระเท่ากัน A โกงมากกว่า B ทั้งคู่คืนรูปได้ จึงเปรียบเทียบตามหลักฐานและระบุสิ่งที่ยังสรุปไม่ได้

วิธีคิด ข้อมูลชุดสนับสนุนว่า A ด้านรอยได้ดีกว่าในวิธีนั้น ข้อมูลชุดสนับสนุนว่า B ด้านการโกงได้มากกว่าในสภาพที่ทดสอบ ทั้งคู่แสดงการคืนรูปในภาระนี้ แต่ยังไม่มีข้อมูลแรงที่ทำให้เสียหายหรือพลังงานก่อนแตก

ตอบ A ด้านรอยดีกว่า B ด้านการโกงดีกว่า ยังไม่จัดอันดับความแข็งแรงหรือความเหนียวจากข้อมูลนี้

1.3 การนำไฟฟ้า ความร้อน และความทนต่อสภาพแวดล้อม

การนำไฟฟ้า บอกความสามารถให้ กระแส ผ่าน ส่วน การนำความร้อนเกี่ยวข้องกับ การ ถ่ายเท พลังงาน เนื่องจากอุณหภูมิต่างกัน ต้องเลือกตามหน้าที่ เช่น ส่วนที่ต้องส่งความร้อนกับส่วนที่ต้องเป็นฉนวนมีเป้าหมายต่างกัน การเป็นฉนวนไฟฟ้าไม่ได้รับรองว่าใช้ได้ที่อุณหภูมิสูงหรือแรงดันทุกค่า

การดูดน้ำ การเปลี่ยนขนาด ความทนแสง ความทนสาร และการกัดกร่อนสัมพันธ์กับอายุใช้งาน ต้องระบุช่วงอุณหภูมิ เวลา และวิธีทดสอบ เปอร์เซ็นต์ดูดน้ำหรือมวลบรรทุกสูงสุดที่กำหนดในตารางเป็นข้อมูลภายใต้เงื่อนไขนั้น ไม่ใช่สมบัติเดียวของวัสดุทุกขนาด

1.4 เลือกวัสดุจากข้อกำหนดพร้อมกัน

แปลงงานเป็นเกณฑ์ที่ตรวจได้ คัดแบบที่ไม่ผ่านออกก่อนเลือกต้นทุน หากกำหนดมวลบรรทุกขั้นต่ำเป็นหลายเท่าของมวลใช้งาน ให้คำนวณเกณฑ์นี้ก่อน การเผื่อในโจทย์เป็นเงื่อนไขของแบบจำลอง ไม่แทนข้อกำหนดวิศวกรรมสำหรับของจริงทุกชนิด

ข้อกำหนดภาระและต้นทุน

ให้ m เป็นมวลใช้งาน k เป็นตัวคูณเผื่อที่กำหนด และ M เป็นมวลบรรทุกสูงสุดจากข้อมูลที่ตรงงาน ต้องมี $M \geq km$ พร้อมผ่านเงื่อนไขอื่น เช่น การดูดน้ำ ขนาด และงบ แล้วจึงจัดอันดับราคา

ตัวอย่างที่ 3 คัดวัสดุก่อนราคา

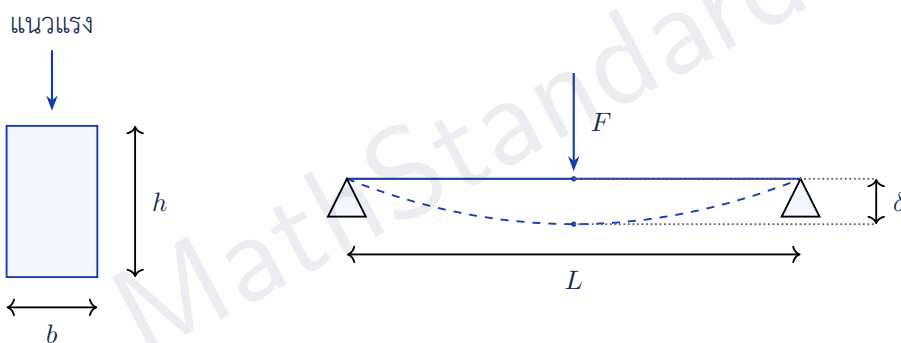
ต้องรองรับมวลจริง 6 กิโลกรัม โดยข้อมูลมวลบรรทุกต้องไม่น้อยกว่า 2 เท่า และดูน้ำหนักไม่เกินร้อยละ 5 วัสดุ A ดูดน้ำ 4 รับ 14 ราคา 32 B ดูดน้ำ 7 รับ 20 ราคา 28 C ดูดน้ำ 3 รับ 10 ราคา 25 หน่วยมวลเป็นกิโลกรัม ราคาเป็นบาทต่อแผ่น จงเลือกแบบราคาต่ำที่สุดที่ผ่าน

วิธีคิด ต้องรับได้อย่างน้อย $2(6) = 12$ กิโลกรัม A ผ่านทั้งสองด้าน B ไม่ผ่านดูดน้ำ C ไม่ผ่านมวล จึงเลือก A แม้ไม่ใช่ราคาต่ำสุดของตาราง

ตอบ A ราคา 32 บาทต่อแผ่น

1.5 รูปร่าง ทิศทาง และแบบจำลองการโก่ง

ผลของชิ้นงานยังขึ้นกับรูปทรงและแนวแรง หน้าตัดที่มีพื้นที่เท่ากันอาจต้านการโก่งต่างกัน ต้องระบุความกว้าง b ความสูง h ตามแนวแรง ระยะระหว่างจุดรองรับ L และแรง F เมื่อหมุนหน้าตัด 90 องศา ความกว้างกับความสูงสลับกัน แม้พื้นที่ bh เท่าเดิม



L ระยะรองรับ δ ระยะโก่งที่กลางคาน

ภาพแสดงแนวคิด ไม่ใช่มาตราส่วนการโก่งจริง

ภาพที่ 3 กำหนด b, h จากหน้าตัดตามแนวแรง และ L จากระยะระหว่างจุดรองรับ

แบบจำลองอัตราส่วนสำหรับการโก่ง

ให้ δ เป็นระยะโก่ง และค่าที่มีเลข 0 กำกับเป็นขึ้นอ้างอิง เมื่อวัสดุ รูปแบบรองรับ และตำแหน่งแรงเหมือนกัน แบบจำลองที่กำหนดให้ δ แปรตาม $FL^3/(bh^3)$ จะให้

$$\frac{\delta}{\delta_0} = \frac{F}{F_0} \left(\frac{L}{L_0} \right)^3 \frac{b_0 h_0^3}{bh^3}$$

ใช้หน่วยเดียวกันภายในอัตราส่วนแต่ละคู่ กฎนี้ใช้เฉพาะรูปแบบที่กำหนด การโก่งผ่านเกณฑ์ไม่รับรองความแข็งแรงจนแตกหรือความปลอดภัยของโครงสร้างจริง

ตัวอย่างที่ 4 หน้าตัดและการหมุน

คานอ้างอิง $b_0 = 2, h_0 = 3, L_0 = 10$ เซนติเมตร รับ $F_0 = 12$ นิวตันแล้วโก่ง $\delta_0 = 1.5$ มิลลิเมตร ใช้แบบจำลองการโก่งแปรตาม $FL^3/(bh^3)$ ภายใต้วัสดุและรูปแบบแรงเดิม งานใหม่ $F = 24, L = 20$ ต้องสูงไม่เกิน 6 เซนติเมตร โก่งไม่เกิน 2.5 มิลลิเมตร เลือกพื้นที่หน้าตัดน้อยที่สุดจาก A(4, 3) B(3, 6) C(4, 6) D(2, 7) โดยแต่ละคู่คือ (b, h) เซนติเมตร แล้วหมุนแบบที่เลือกและลด L เหลือ 15 เซนติเมตร จะผ่านหรือไม่

วิธีคิด จากอ้างอิงได้ $\delta = 1296/(bh^3)$ มิลลิเมตร

แบบ	h	พื้นที่	โก่ง (มม.)	ผล
A	3	12	12	โก่งเกิน
B	6	18	2	ผ่าน
C	6	24	1.5	ผ่าน
D	7	14	1296/686	สูงเกิน

เลือก B พื้นที่ 18 ตารางเซนติเมตร เมื่อหมุนต้องใช้ $b = 6, h = 3$ และ $L = 15$ จึงได้ $\delta = 2(15/20)^3[3(6^3)/(6(3^3))] = 27/8 = 3.375$ มิลลิเมตร สูง 3 ผ่านแต่โก่งเกิน 2.5 จึงไม่ผ่านครบ

ตอบ เลือก B ก่อนหมุน โก่ง 2 มิลลิเมตร หลังหมุนและลดช่วงเป็น 15 เซนติเมตรโก่ง 3.375 มิลลิเมตร จึงไม่ผ่านเกณฑ์

แบบฝึกหัดตอนที่ 1

การวิเคราะห์และการให้เหตุผล

ให้ตอบตามเงื่อนไข พร้อมแสดงเหตุผลหรือการคำนวณตามที่ถาม ทุกข้อใช้ข้อมูลสมมติ

ข้อ 1 จงอธิบายความแข็งที่ผิว ความแข็งแรง ความแข็งตึง และสภาพยืดหยุ่น โดยระบุว่าข้อมูลรอยขีด การโก่งภายใต้แรง การคืนรูป และการเสียหายใช้พิจารณาด้านใด

ตอบ

ข้อ 2 ชิ้น A เกิดรอยผิวน้อยกว่า B แต่ภายใต้รูปร่างและแรงดัดเดียวกัน A โก่งมากกว่า B ทั้งคู่กลับรูปเดิมเมื่อเอาแรงออก จงสรุปสิ่งที่หลักฐานรองรับสามประเด็น และระบุสมบัติหนึ่งที่ยังไม่มีข้อมูล

ตอบ

ข้อ 3 มวลใช้งาน 7 กิโลกรัม ต้องรองรับไม่น้อยกว่า 2 เท่า ดุน้ำไม่เกินร้อยละ 4 ตารางวัสดุ P ดุน้ำ 3 รองรับ 16 ราคา 36 Q ดุน้ำ 5 รองรับ 20 ราคา 30 R ดุน้ำ 2 รองรับ 12 ราคา 28 มวลหน่วยกิโลกรัม ราคาคือบาทต่อแผ่น จงเลือกถูกที่สุดที่ผ่านและอธิบายการคิดทุกแบบ

ตอบ

ข้อ 4 ผู้จัดเสนอวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้าให้ทำปลอกจับใกล้แหล่งร้อน โดยไม่มีข้อมูลอุณหภูมิใช้งาน จงประเมินข้อสรุปว่าเป็นฉนวนไฟฟ้าจึงทนความร้อนได้ และระบุข้อมูลที่ควรตรวจสอบอีกสามด้าน

ตอบ

ตอบ

ข้อ 6 คานวัสดุและรูปแบบรองรับเดียวกันกำหนดให้ระยะโก่ง δ แปรตาม $FL^3/(bh^3)$ โดย b เป็นความกว้าง h เป็นความสูงหน้าตัดตามแนวแรง L เป็นระยะรองรับ และ F เป็นแรง คานอ้างอิงมี $b_0 = 2$, $h_0 = 2$, $L_0 = 10$ เซนติเมตร รับแรง $F_0 = 10$ นิวตันแล้วโก่ง 2 มิลลิเมตร งานใหม่รับแรง 20 นิวตัน มีระยะรองรับ 20 เซนติเมตร ต้องสูงไม่เกิน 4 เซนติเมตรและโก่งไม่เกิน 3 มิลลิเมตร จงตรวจทุกแบบแล้วเลือกพื้นที่หน้าตัดน้อยที่สุดจาก $A(2, 3)$, $B(3, 4)$, $C(4, 4)$ และ $D(1, 6)$ โดยคู่ลำดับเป็น (b, h) หน่วยเซนติเมตร จากนั้นหมุนหน้าตัดที่เลือก 90 องศาและลดระยะรองรับเป็น 15 เซนติเมตรโดยรับแรงเท่าเดิม จะผ่านเกณฑ์หรือไม่

ตอบ

เฉลยวิธีคิดและเกณฑ์ตรวจ

การวิเคราะห์และการให้เหตุผล

ข้อ 1

วิธีคิด รอยชุดใช้ดูความแข็งที่ผิว การเปลี่ยนรูปในช่วงคืนรูปสัมพันธ์กับความแข็งดึง การกลับรูปเมื่อเอาแรงออกบอกสภาพยืดหยุ่น ส่วนเกณฑ์แรงที่ทำให้เสียหายหรือเปลี่ยนรูปเกินกำหนดสัมพันธ์กับความแข็งแรง แต่ละวิธีต้องระบุสภาพและขนาดที่ทดสอบ

ตอบ แยกด้านรอย ด้านเสียหาย ด้านการเปลี่ยนรูป และการคืนรูปตามความหมาย

กลับไปโจทย์ข้อ 1

เกณฑ์ตรวจ (4 คะแนน): ความแข็ง 1 ความแข็งแรง 1 ความแข็งดึง 1 และสภาพยืดหยุ่น 1 คะแนน

ข้อ 2

วิธีคิด A ด้านรอยดีกว่าในวิธีที่ใช้ B ด้านการโก่งดีกว่าในสภาพทดสอบ ทั้งคู่คืนรูปในภาระนี้ ยังไม่มีเกณฑ์แรงจนเสียหายหรือพลังงานก่อนแตก จึงไม่จัดอันดับความแข็งแรงหรือความเหนียว

ตอบ A ด้านรอย B ด้านการโก่ง ทั้งคู่คืนรูป ยังไม่สรุปความแข็งแรงจนเสียหาย

กลับไปโจทย์ข้อ 2

เกณฑ์ตรวจ (4 คะแนน): ด้านรอย 1 โกง 1 คืนรูป 1 และสิ่งที่ยังไม่ทราบ 1 คะแนน

ข้อ 3

วิธีคิด เกณฑ์ภาระ $2(7) = 14$ P ผ่านทั้งสอง Q ดูน้ำเกิน R ภาระไม่ถึง จึง P แม้ Q,R ถูกกว่า

ตอบ P ราคา 36 บาทต่อแผ่น

กลับไปโจทย์ข้อ 3

เกณฑ์ตรวจ (4 คะแนน): เกณฑ์มวล 1 ตรวจ P1 Q1 และ R พร้อมเลือก 1 คะแนน

ข้อ 4

วิธีคิด ฉนวนไฟฟ้าไม่รับรองอุณหภูมิใช้งาน ต้องตรวจช่วงอุณหภูมิ การนำความร้อนหรือผลอุณหภูมิผิวและการเปลี่ยนรูป/การยึดกับชิ้นส่วนตามงานจริง

ตอบ ยังสรุปไม่ได้ ตรวจช่วงอุณหภูมิ การส่งความร้อน และการคงรูป/รอยต่อ

กลับไปโจทย์ข้อ 4

เกณฑ์ตรวจ (4 คะแนน): ประเมินข้อสรุป 1 และข้อมูลสามด้าน 3 คะแนน