เฉลยแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ

วิชา โลหะวิทยา

รหัสวิชา 3100-0111

ตรงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

พุทธศักราช 2557

ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

จัดทำโดย

บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1

.....

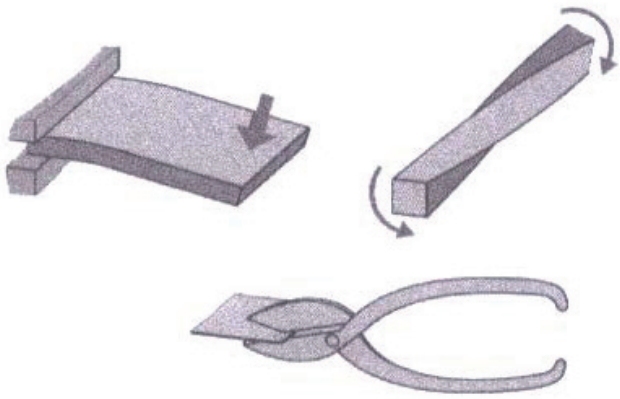
1. จงเติมข้อความให้สมบูรณ์

ตอบ 1.1 สมบัติของวัสดุหมายถึง ลักษณะประจำของวัสดุ ซึ่งช่วยบอกความแตกต่าง และคล้ายคลึงกันจากวัสดุอื่น เช่น สี ความหนาแน่น จุดหลอมละลาย เป็นต้น

1.2 สมบัติของวัสดุที่ตรวจสอบได้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ เราเรียกว่า สมบัติทาง กายภาพ ของวัสดุ

1.3 สมบัติของวัสดุในการเกิดเป็นสารใหม่ เราเรียกว่า สมบัติทาง เคมี ของวัสดุ

1.4 จากรูปทั้ง 3 ด้านล่าง แสดงว่าต้องการหาสมบัติทาง กล ของวัสดุ



2. จงใส่ อักษร A หน้าข้อความที่เป็นสมบัติทางกายภาพ

ตอบ อักษร B หน้าข้อความที่เป็นสมบัติทางเคมี

อักษร C หน้าข้อความที่เป็นสมบัติทางกล

A 2.1 ความหนาแน่น	C 2.6 ความแข็งแรง
C 2.2 ความเหนียว	A 2.7 จุดเดือด
A 2.3 ความหนืด	C 2.8 ทนต่อแรงบิด
C 2.4 ความแข็ง	A 2.9 การนำไฟฟ้า
B 2.5 $2Fe + 3O \rightarrow Fe_2O_3$	A 2.10 การเดือดของน้ำ

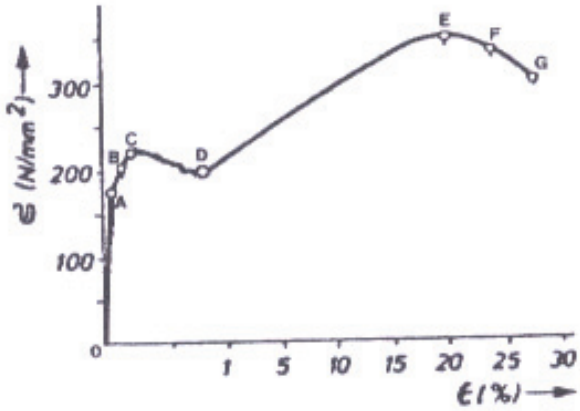
3. จงเติมข้อความให้สมบูรณ์

ตอบ 3.1 ความเค้นหมายถึง อัตราส่วนระหว่าง แรงที่มากระทำ ต่อ พื้นที่หน้าตัดที่แรงกระทำ

3.2 ความเครียดหมายถึง อัตราส่วนระหว่าง ความยาวที่เปลี่ยนแปลง ต่อ ความยาวเดิม

4. จากรูปแผนภาพความเค้น – ความเครียด จงตอบคำถามด้านล่าง

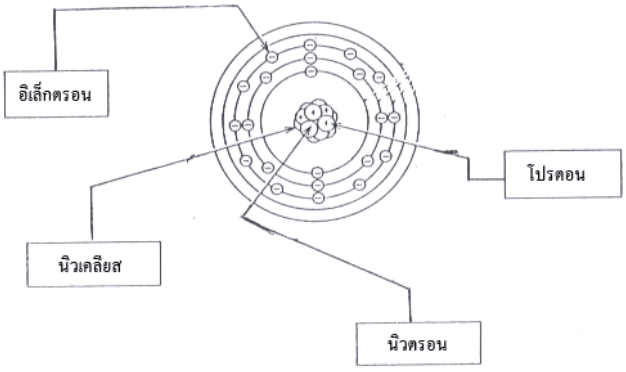
ตอบ



	คำตอบ
1. จุดที่ชิ้นงานรับความเค้นดึงมากที่สุด	E
2. จุดที่ชิ้นงานขาดพอดี	G
3. ช่วงใดที่ชิ้นงานจะยืดออกโดยเป็นสัดส่วนโดยตรงระหว่าง ความเค้น และความเครียด	O - A
4. ช่วงใดเป็นการเปลี่ยนรูปแบบถาวร	C - G
5. จุดใดเป็นจุดครากของชิ้นงาน	C
6. จุดใดเป็นพิกัดความเป็นสัดส่วน	A
7. ช่วงใดเป็นการเปลี่ยนรูปแบบยืดหยุ่น	O - B

5. จงเติมชื่อเรียกแบบจำลองโครงสร้างอะตอมลงใน ใ

ตอบ



6. จงใส่เครื่องหมายถูก √ หน้าข้อความที่ถูก และเครื่องหมายผิด × หน้าข้อความที่ผิด

× 6.1 นิวตรอนมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ

√ 6.2 โปรตอนมีอนุภาคที่อยู่ในนิวเคลียส

√ 6.3 นิวตรอนมีประจุไฟฟ้าเป็นกลาง

× 6.4 อิเล็กตรอนมีมวลมากที่สุดในอนุภาคมูลฐานของอะตอม

√ 6.5 โปรตอนมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก

√ 6.6 อิเล็กตรอนมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ

× 6.7 โปรตอนและอิเล็กตรอนเป็นอนุภาคที่อยู่ในนิวเคลียส

× 6.8 นิวตรอนและอิเล็กตรอนเป็นอนุภาคที่อยู่ในนิวเคลียส

7. จงเติมข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ตอบ 7.1 พันธะเคมี หมายถึง แรงดึงดูดหรือแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอม ที่เอื้ออำนวยให้อะตอมอยู่ด้วยกันเกิดเป็นโมเลกุล และสารประกอบต่างๆ

7.2 พันธะปฐมภูมิ หมายถึง แรงยึดเหนี่ยวภายในโมเลกุล (ระหว่างอะตอม) ได้แก่ พันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ และพันธะโลหะ เป็นต้น

7.3 พันธะทุติยภูมิ หมายถึง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล ได้แก่ พันธะไดโพลถาวร และพันธะไดโพลฟลัคชูเอติง เป็นต้น

8. จงใส่เครื่องหมายถูก √ หน้าข้อความที่ถูก และเครื่องหมายผิด × หน้าข้อความที่ผิด

√ 8.1 พันธะที่เกิดจากการที่อะตอมหนึ่ง (โลหะ) ให้อิเล็กตรอนจากวาเลนซ์เชลล์หนึ่งอิเล็กตรอนหรือมากกว่า แก่วาเลนซ์ของอีกอะตอมหนึ่ง (อโลหะ) เรียกว่า พันธะไอออนิก

× 8.2 แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมที่เกิดจากอะตอมใช้เวเลนต์อิเล็กตรอนร่วมกันเป็นคู่ๆ เพื่อให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนของแต่ละอะตอมครบ 8 เรียกว่า พันธะโลหะ

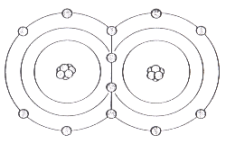
× 8.3 แรงยึดเหนี่ยวที่เวเลนต์อิเล็กตรอนของอะตอมหนึ่งสามารถดึงดูดกับนิวเคลียสของอะตอมอื่นข้างเคียง เรียกว่า พันธะโคเวเลนต์

√ 8.4 พันธะที่เกิดขึ้นระหว่างธาตุที่ต่างชนิดกัน เช่น ไฮโดรเจน (H) กับฟลูออรีน (F) ซึ่งทั้ง 2 ธาตุมีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีต่างกัน เรียกว่าพันธะโคเวเลนต์ที่มีขั้ว (Polar Covalent Bond)

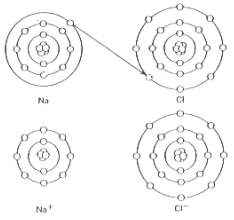
√ 8.5 แรงดึงดูดกันทางไฟฟ้าระหว่างโมเลกุลไม่มีขั้ว ซึ่งแรงนี้จะมีสภาพขั้วเกิดขึ้นชั่วคราว เรียกว่า แรงแวนเดอร์วาลส์

9. จงเติมข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

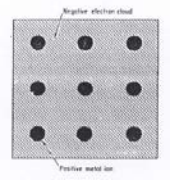
ตอบ



9.1 จากรูปด้านซ้ายเป็นพันธะ โคเวเลนต์
เหตุผลเพราะ อะตอมทั้งสองใช้เวเลนต์อิเล็กตรอนร่วมกัน



9.2 จากรูปด้านซ้ายเป็นพันธะ ไอออนิก
เหตุผลเพราะ อะตอมหนึ่งให้อิเล็กตรอนแก่อีกอะตอมหนึ่งทำให้เป็นไอออนดึงดูดกัน



9.3 จากรูปด้านซ้ายเป็นพันธะ โลหะ
เหตุผลเพราะ มีกลุ่มก๊าซของอิเล็กตรอนอยู่ล้อมรอบนิวเคลียสของอะตอมต่างๆ

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 2

……

1. จงทำเครื่องหมาย √ หน้าข้อความที่ถูก และ × หน้าข้อความที่ผิด

√ 1.1 พหุผลึกเป็นวัสดุที่ประกอบด้วยผลึกเล็กๆ จำนวนมาก

× 1.2 ขณะที่โลหะหลอมเหลวมีอุณหภูมิลดลงจนถึงจุดๆ หนึ่งอะตอมบางตัวจะรวมกันเป็นผลึกขนาดเล็กๆ ขึ้นก่อน เราเรียกกระบวนการนี้ว่าการเกิดผลึกใหม่

√ 1.3 การจับตัวของอะตอมขณะกำลังแข็งตัวเพิ่มขึ้นตามระนาบต่างๆ ของผลึก โดยมีลักษณะเป็นกิ่งก้านสาขาคล้ายต้นไม้เรียกว่า เดนไดรต์

× 1.4 ภายในของผลึกแต่ละผลึกอะตอมจะเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ

× 1.5 ภายในผลึกของแต่ละผลึกอะตอมจะเรียงตัวเป็นระเบียบและมีทิศทางไปทางเดียวกันทั้งหมดเหมือนกันทุกผลึก

√ 1.6 ผลึกแต่ละผลึกเรียกว่า เกรนในทางวัสดุศาสตร์

√ 1.7 ขอบเกรนหมายถึง แนวรอยต่อระหว่างเกรน

× 1.8 ขอบเกรนจะเป็นบริเวณที่อะตอมเรียงเป็นระเบียบมากที่สุด

× 1.9 วัสดุที่ประกอบด้วยผลึกจำนวนมากถูกเรียกว่า ผลึกสมบูรณ์

√ 1.10 ถ้านิวเคลียสเกิดขึ้นหลายจุดผลึกจะมีจำนวนมากด้วย

2. จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

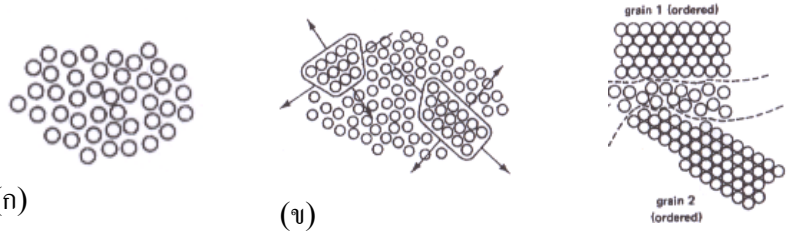
ตอบ 2.1 ผลึก หมายถึง การจัดเรียงตัวของอะตอมในโครงสร้างของสิ่งนั้นๆ โดยผลึกจะมีการเรียงอะตอม ไอออน หรือกลุ่มของอะตอม หรือไอออน เป็นโครงสร้างย่อย ซึ่งจะซ้ำๆ ต่อเนื่องกันไปอย่างเป็นระเบียบ กลายเป็นโครงสร้างที่ใหญ่ขึ้น

2.2 พหุผลึก หมายถึง วัสดุที่ประกอบด้วยผลึกชนิดเดียวกันหลายๆ ผลึก ซึ่งมีทิศทางการจัดเรียงตัวต่างกันมาอยู่ด้วยกัน

2.3 เดนไดรต์ หมายถึง เมื่ออะตอมรวมกันเป็นนิวเคลียส และ อุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ อะตอมจากโลหะหลอมเหลวมาเกาะเพิ่มขึ้นตามระนาบต่างๆ ของผลึก มีลักษณะเป็นกิ่งก้านสาขาคล้ายต้นไม้

3. จากรูปด้านล่าง จงอธิบายขั้นตอนในการเกิดการแข็งตัวของโลหะ

ตอบ



(ก) (ข) (ค)

(ก) โลหะหลอมเหลว

(ข) นิวเคลียสเริ่มก่อตัว และเติบโตขึ้นเรื่อยๆ ในลักษณะเดนไดรต์

(ค) โลหะแข็งตัวหมดเกิดเป็นเกรน และ ขอบเกรน

4. จงทำเครื่องหมาย √ หน้าข้อความที่ถูก และ × หน้าข้อความที่ผิด

× 4.1 ถ้าต้องการเกรนขนาดใหญ่ หรือหยาบต้องทำให้เกิดนิวเคลียสจำนวนมาก

√ 4.2 ถ้าจำนวนนิวเคลียสเกิดจำนวนมากจะได้เกรนที่ละเอียด

× 4.3 ถ้าต้องการจำนวนนิวเคลียสเกิดมากต้องให้อัตราการเย็นตัวของโลหะช้าลง

× 4.4 ขนาดเกรนถูกกำหนดโดยการนับจำนวนเกรน/(นิ้ว)^2 ที่กำลังขยาย 10 เท่า

× 4.5 ขนาดเกรนถูกกำหนดโดยการนับจำนวนเกรน/(มม)^2 ที่กำลังขยาย 100 เท่า

√ 4.6 ถ้าเลขกำหนดขนาดเกรนเบอร์ 6 จะมีจำนวนเกรน/(นิ้ว)^2 เท่ากับ 32 เกรน

× 4.7 ถ้านับจำนวนเกรนได้ 5 เกรน/(นิ้ว)^2 กำลังขยาย 100 เท่า จะได้เลขกำหนดขนาดเกรนเบอร์ 4

× 4.8 ถ้านับจำนวนเกรนได้ 25 เกรน/(มม.)^2 กำลังขยาย 1 เท่า จะได้เลขกำหนดขนาดเกรนเบอร์ 8

√ 4.9 จำนวนขอบเกรนที่ผิวหน้าจะมีอิทธิพลต่อสมบัติทางกลของวัสดุ

5. จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ตอบ 5.1 เกรนแบบอิควิแอกซ์ หมายถึง เกรนซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกันในทุกทิศทาง

5.2 เกรนแบบคอลัมนาร์ หมายถึง เกรนที่มีรูปร่างยาว ซึ่งเกิดจากการเย็นตัวแบบมีทิศทาง

6. จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ตอบ 6.1 วัสดุผลึก หมายถึง ของแข็งที่มีการจัดเรียงตัวของอะตอมในโครงสร้างย่อยซึ่งจะซ้ำๆ ต่อเนื่องกันไป อย่างเป็นระเบียบกลายเป็นโครงสร้างที่ใหญ่ขึ้น เช่น เหล็ก ทองแดง เป็นต้น

6.2 วัสดุอสัณฐาน หมายถึง ของแข็งที่มีการจัดเรียงตัวของอะตอมไม่เป็นระเบียบ เช่น แก้ว พลาสติกใส เป็นต้น

7. จงทำเครื่องหมาย √ หน้าข้อความที่ถูก และ × หน้าข้อความที่ผิด

× 7.1 ผลึกประกอบด้วย 2 ส่วนคือ หน่วยเซลล์ และแลตทิซ

√ 7.2 แลตทิซคือ กลุ่มของจุด ซึ่งแต่ละจุดมีลักษณะแวดล้อมเหมือนกันในทุกทิศทาง

√ 7.3 เบซิส เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า โมทิฟ

× 7.4 กลุ่มที่เล็กที่สุดของอะตอม ไอออน หรือโมเลกุล ซึ่งนำมาต่อซ้ำๆกันจะได้ผลึกทั้งก้อนเรียกว่า โครงสร้างผลึก

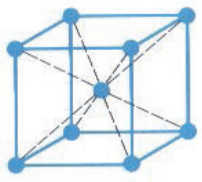
√ 7.5 ขนาดของเวกเตอร์ $\vec{a}$, $\vec{b}$ และ $\vec{c}$ และมุม α, β และ γ ซึ่งเป็นมุมระหว่างเวกเตอร์ต่างๆ เรียกว่า แลตทิซพารามิเตอร์

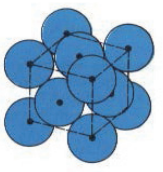
× 7.6 บราเวส์แลตทิซ เป็นชนิดของแลตทิซที่แตกต่างกันมีทั้งหมด 7 แบบ

× 7.7 ระบบผลึกมีทั้งหมด 14 กลุ่ม

8. จงเติมข้อความลงในช่องว่าง ว่ารูป (a) (b) และ (c) เป็นโครงสร้างผลึกแบบใด

ตอบ


(a)


(b)

(c)

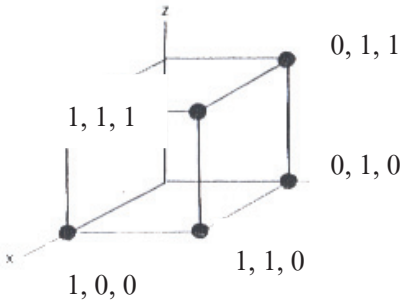
(a) ลูกบาศก์แบบบอดีเซ็นเตอร์ (Body – centered Cubic)

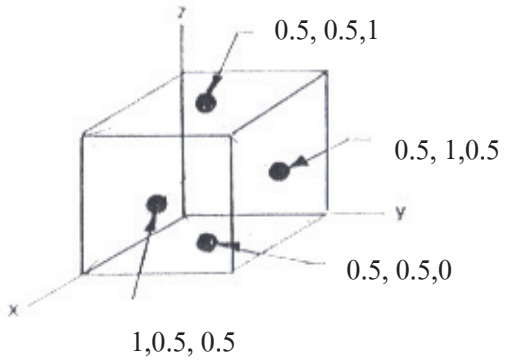
(b) ลูกบาศก์แบบเฟซเซ็นเตอร์ (face – centered Cubic)

(c) เฮกซะโกนัลโคลสแพ็ค (Hexagonal close – packed , hcp)

9. จงเติมพิกัดตำแหน่งอะตอม (จุดสีดำ) ให้ถูกต้อง

ตอบ





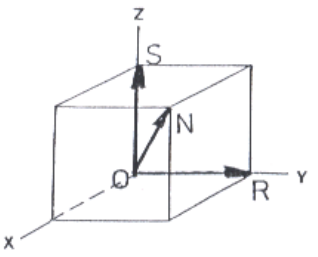
10. จากรูปจงระบุทิศทางของ OR OS และ ON

ตอบ (ก)

10.1 ทิศทาง OR = [0 1 0]

10.2 ทิศทาง OS = [0 0 1]

10.3 ทิศทาง ON = [1 1 1]

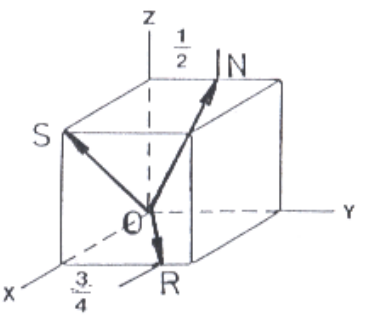


(ข)

10.4 ทิศทาง OR = [4 3 0]

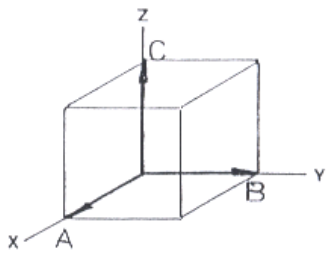
10.5 ทิศทาง OS = [1 0 1]

10.6 ทิศทาง ON = [0 1 2]

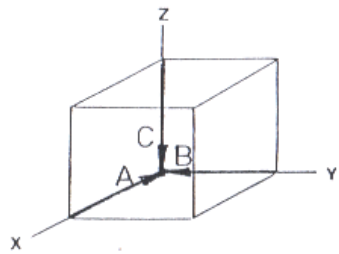


11. จากรูป (a) และ (b) ด้านล่าง จงเขียนทิศทางของกลุ่ม <100>

ตอบ



(a)



(b)

OA = [100]

OB = [010]

OC = [001]

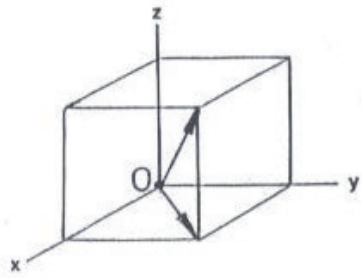
AO = $[\bar{1}00]$

BO = $[0\bar{1}0]$

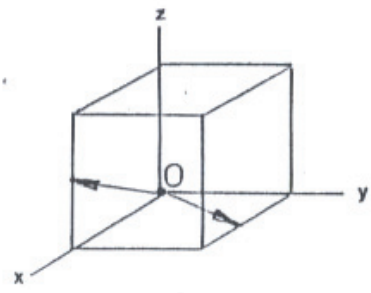
CO = $[00\bar{1}]$

12. จงเขียนเวกเตอร์ทิศทาง ในหน่วยเซลล์ลูกบาศก์จากดัชนีทิศทางที่กำหนดให้

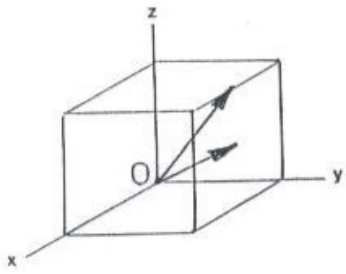
ตอบ 12.1 [110] และ [111]



12.2 [120] และ [201]

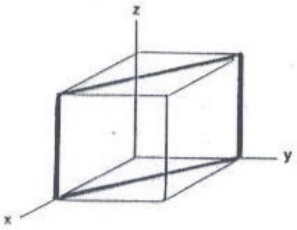


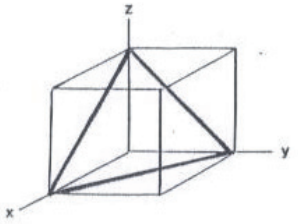
12.3 [121] และ [122]

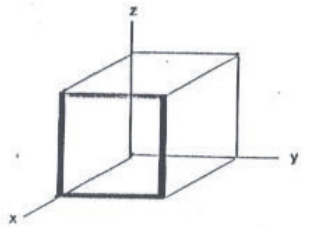


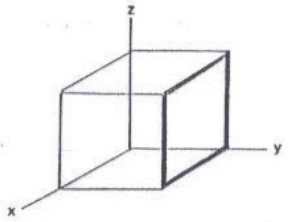
13. จงระบายสีระนาบของผลึกหน่วยเซลล์ลูกบาศก์จากดัชนีมิลเลอร์ที่กำหนดให้

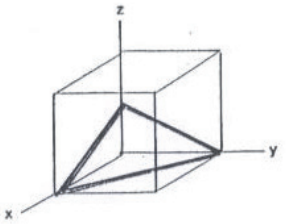
ตอบ 13.1 (110) 13.2 (111) 13.3 (100)











13.4 (010) 13.5 (112)

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 3

……

1. จงทำเครื่องหมาย √ หน้าข้อความที่ถูก และ × หน้าข้อความที่ผิด

× 1.1 การแทรกตัว (Self – interstistial) จัดเป็นข้อบกพร่องแบบเส้น

√ 1.2 ช่องว่างในผลึก (Vacancy) จัดเป็นข้อบกพร่องแบบจุด

√ 1.3 ข้อบกพร่องแบบจุดที่เกิดจากตำแหน่งว่างจากไอออนลบ หรือไอออนบวกขาดหายไปในผลึก เรียกว่า ข้อบกพร่องแบบช็อตกี (Schottky Defect)

× 1.4 ข้อบกพร่องที่เกิดจากไอออนไม่ได้อยู่ที่ตำแหน่งโครงสร้างผลึกแต่ไปแทรกอยู่ในโครงผลึก เรียกว่า ข้อบกพร่องแบบแทรกตัว

√ 1.5 ดิสโลเคชันสามารถเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า ข้อบกพร่องแบบเส้น

√ 1.6 ข้อบกพร่องแบบเส้นที่มีเบอร์สเวกเตอร์ตั้งฉากกับทิศทางของเส้น เรียกว่า ดิสโลเคชันแบบขอบ

√ 1.7 ข้อบกพร่องเชิงเส้นของผลึก ซึ่งมีเบอร์เกอร์สเวกเตอร์ขนานกับแนวเส้นของดิสโลเคชัน เรียกว่า ดิสโลเคชันแบบเกลียว

× 1.8 Burger's vector : เป็นเวกเตอร์ในแลตทิซของผลึก ซึ่งบ่งบอกความแข็งแรงของผลึก

2. จงอธิบายความหมายของคำจำกัดความต่อไปนี้

ตอบ 2.1 ผลึกสมบูรณ์ หมายถึง <u>โครงสร้างของผลึกที่ไม่มีข้อบกพร่องใดๆ ในผลึกเลย โดยในความเป็นจริงแล้วแทบเป็นไปไม่ได้เลย</u>

2.2 ข้อบกพร่องแบบจุด หมายถึง <u>ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเฉพาะจุดใดจุดหนึ่งในแลตทิซของผลึกเกี่ยวข้องกับอะตอมไม่กี่อะตอม</u>

2.3 ข้อบกพร่องแบบเส้น หมายถึง <u>ข้อบกพร่องที่เกิดจากการเลื่อนตำแหน่งของกลุ่มอะตอมในโครงผลึก โดยกลุ่มอะตอมนี้มีลักษณะการเรียงตัวเป็นแนวเส้น</u>

2.4 ดิสโลเคชันแบบผสม หมายถึง <u>ดิสโลเคชันซึ่งมีทั้งแบบขอบ และ แบบเกลียวอยู่ในเส้นเดียวกัน</u>

3. จงอธิบายความหมายของคำจำกัดความต่อไปนี้

ตอบ 3.1 การเปลี่ยนรูป (Deformation) หมายถึง /กระบวนการที่ทำให้วัสดุหรือชิ้นงานของแข็งเกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือรูปร่าง ซึ่งโดยปกติจะต้องใช้แรงกระทำ เช่น การรีด และการทุบขึ้นรูป เป็นต้น

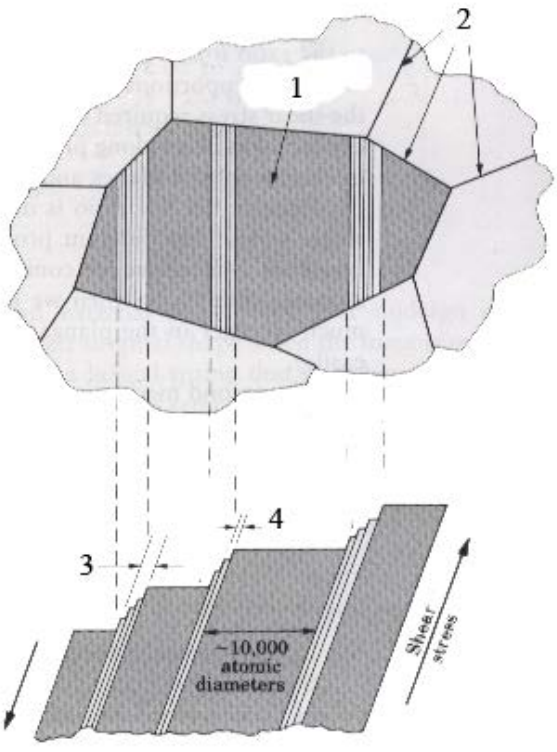
3.2 การเปลี่ยนรูปอย่างยืดหยุ่น (Elastic Deformation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุเนื่องจากถูกแรงกระทำ แต่เมื่อหยุดให้แรงวัสดุสามารถกลับคืนรูปได้เหมือนเดิม

3.3 การเปลี่ยนรูปอย่างถาวร (Plastic Deformation) หมายถึง กระบวนการที่ทำให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง หรือขนาดอย่างถาวร หลังได้รับแรงกระทำ

4. จงทำเครื่องหมาย √ หน้าข้อความที่ถูก และ × หน้าข้อความที่ผิด

√ 4.1 การเลื่อน (Slip) จัดเป็นลักษณะการเปลี่ยนรูปอย่างถาวร

× 4.2 การทวินนิ่ง (Twinning) จัดเป็นลักษณะการเปลี่ยนรูปอย่างยืดหยุ่น



√ 4.3 หมายเลข 1 ในรูป เรียกว่า เกรน

× 4.4 หมายเลข 2 ในรูป เรียกว่า ผลึกของเกรน

× 4.5หมายเลข 3 ในรูป เรียกว่า เส้นเลื่อน

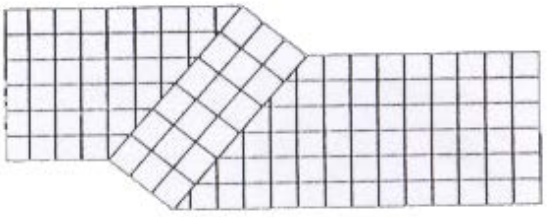
√ 4.6 หมายเลข 4 ในรูป เรียกว่า เส้นเลื่อน

√ 4.7 เส้นเลื่อนของในเกรนแต่ละเกรนไม่ชี้ไปทางเดียวกันเนื่องจากเกรนแต่ละเกรนวางตัวไปในทิศทางต่างๆ กัน

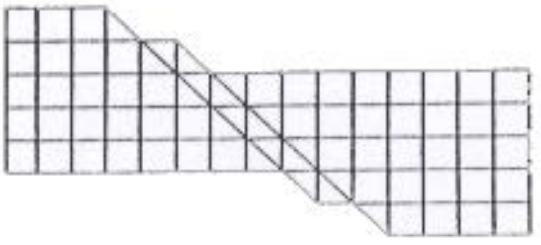
× 4.8 พหุผลึก หมายถึง เกรนที่มีแถบเลื่อนอยู่เป็นจำนวนมาก

5. จากรูปด้านล่าง จงเติมข้อความในช่องว่างว่าเป็นการเลื่อนแบบใด

ตอบ

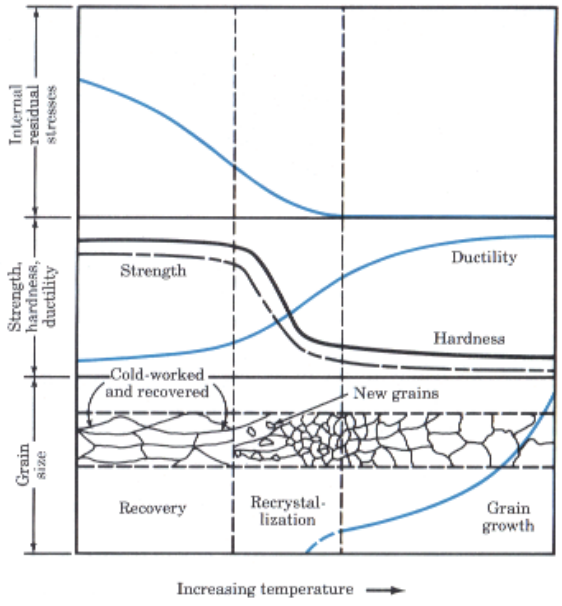


5.1 แบบการทวินนิ่ง (Twinning)



5.2 แบบการเลื่อน (Slip)

6. จากรูปด้านล่างเอาไว้พิจารณา และ เขียนข้อความสั้นๆ ที่ถูกต้องลงในตารางที่ว่างตอบ



	การคืนตัว (Recovery)	การเกิดผลึกใหม่ (Recrystallization)	การโตของเกรน (Grain Growth)
ความเค้นตกค้าง (Internal Residual Stresses)	ลดลงแต่ยังคงมีบ้าง	ลดลงและไม่มีความเค้นตกค้าง	ไม่มีความเค้นตกค้าง
ความแข็งแรง (Strength)	คงที่หรือลดลงเล็กน้อย	ลดลงอย่างมาก	มีค่าต่ำมาก
ความแข็ง (Hardness)	คงที่หรือลดลงเล็กน้อย	ลดลงอย่างมาก	มีค่าต่ำมาก
ความเหนียว (Ductility)	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้นอย่างมาก	สูงมาก
ขนาดของเกรน (Grain Size)	ไม่มี	เกิดเม็ดเกรนใหม่	เม็ดเกรนหยาบและโต

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 4

.....

1. จงเติมๆอความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ตอบ 1.1 โลหะผสม หมายถึง โลหะที่มีธาตุชนิดอื่นผสมอยู่ โดยเรียกโลหะที่มีปริมาณมากที่สุดเป็นชื่อของโลหะผสมชนิดนั้น เช่น ทองแดงผสม ซึ่งมีทองแดงเป็นองค์ประกอบในปริมาณมากที่สุด เป็นต้น

1.2 สารเนื้อเดียวซึ่งมีองค์ประกอบตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป โดยสารหนึ่งเป็นตัวถูกละลาย (Solute) และอีกสารหนึ่งเป็นตัวทำละลาย (Solvent) โดยเราเรียกสารนี้ว่า สารละลาย

2. จงทำเครื่องหมาย √ หน้าๆอความที่ถูกและ × หน้าๆอความที่ผิด

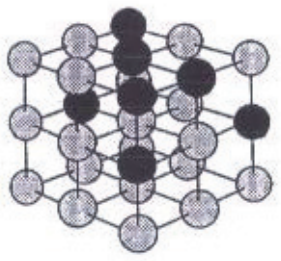
√ 2.1 ถ้าเอาธาตุเหล็ก(โลหะ) มาผสมกับธาตุนิกเกิล (โลหะ) เรียกว่าโลหะผสม

√ 2.2 ถ้าเอาธาตุเหล็ก (โลหะ) มาผสมกับธาตุคาร์บอน (อโลหะ) เรียกว่าโลหะผสม

× 2.3 ตัวถูกละลายคือองค์ประกอบหนึ่งที่มีจำนวนมากกว่าอีกองค์ประกอบหนึ่งในสารละลาย

√ 2.4 อากาศจัดเป็นสารละลายชนิดหนึ่ง

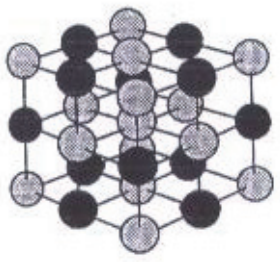
√ 2.5



สารละลายของแข็งแบบแทนที่

(Substitution Solid Solution)

× 2.6



สารละลายของแข็งแบบแทรกที่

(Interstitial Solid Solution)

3. จงเติมข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ตอบ 3.1 สารที่ประกอบด้วยธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดมารวมตัวกันอยู่ด้วยพันธะเคมีด้วยสัดส่วนทางเคมีที่แน่นอนเขียนเป็นสูตรเคมีได้ เราเรียกสารนี้ว่า สารประกอบ

3.2 กราฟการเย็นตัว (Cooling Curve) เป็นกราฟที่แสดงการเปลี่ยนแปลงเฟสสัมพันธ์กันระหว่าง อุณหภูมิกับเวลา

4. จงทำเครื่องหมาย √ หน้าๆอความที่ถูกและ × หน้าๆอความที่ผิด

× 4.1 ถ้าเอาเกลือมาละลายในน้ำจะได้สารประกอบ

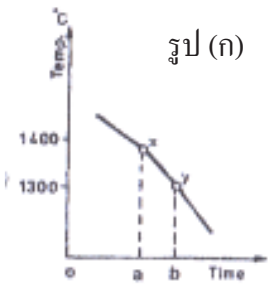
√ 4.2 สารประกอบเชิงโลหะจะมีพันธะแบบไอออนิกหรือโคเวเลนซ์

× 4.3 สารประกอบเชิงโลหะคือ สารประกอบที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุโลหะที่มีอะตอมขนาดใหญ่กับอะตอมของธาตุที่มีขนาดเล็กกว่าเข้าไปแทรกที่อยู่

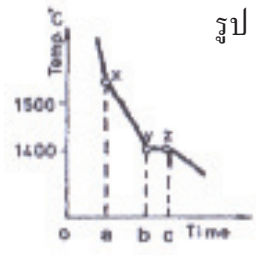
√ 4.4 สารประกอบอิเล็กตรอนที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุผสมกับธาตุของโลหะหลักที่มีอัตราส่วนเวเลนซ์อิเล็กตรอนต่อจำนวนอะตอมที่แน่นอน

5. ตอบ

รูป (ก)



รูป (ข)



5.1 รูป (ก) และ รูป (ข) เป็นกราฟการเย็นตัวของ โลหะผสม

5.2 ในรูป ก ช่วงเวลาใดเป็นช่วงของแข็งอยู่ร่วมกับของเหลว

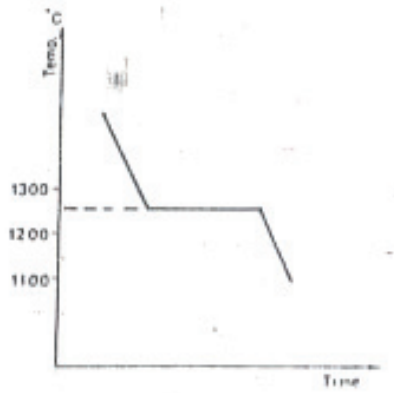
ตอบ ข. a – b

5.3 ในรูป ข ช่วงเวลาใดเป็นช่วงของแข็งอยู่ร่วมกับของเหลว

ตอบ ค. a – c

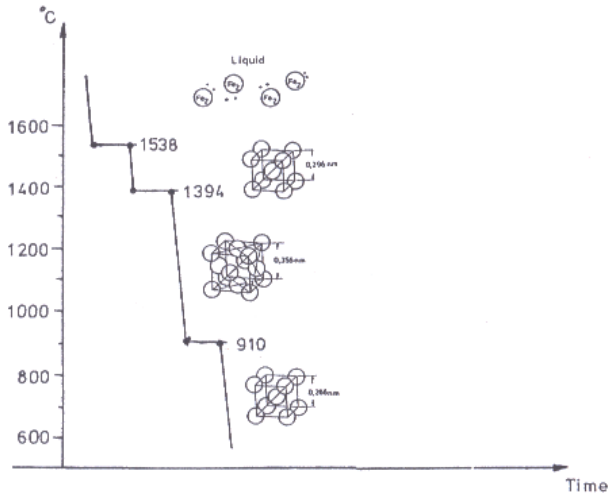
6. ถ้ากำหนดให้ธาตุแมงกานีสมีจุดหลอมเหลว 1,250 ^{O}C จงเขียนกราฟการเย็นตัวลงบนรูปด้านล่าง

ตอบ



7. จากรูปด้านล่าง จงเติมๆอความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ตอบ



7.1 เหล็กบริสุทธิ์จะแข็งตัวที่อุณหภูมิประมาณ 1,538 ^{O}C

7.2 เหล็กเดลตา คือเหล็กบริสุทธิ์ในช่วงอุณหภูมิ 1,538 ^{O}C ถึง 1,394 ^{O}C

7.3 เหล็กบริสุทธิ์ในช่วงอุณหภูมิ 910°C ถึง 1,394^{O}C นี้เรียกว่า เหล็กแกมมา

7.4 เหล็กบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิห้องเรียกว่า เหล็กแอลฟา

7.5 เหล็กบริสุทธิ์ที่มีโครงสร้างผลึกแบบ BCC ได้แก่ เหล็กเดลตา และ เหล็กแอลฟา

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 5

.....

1. จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

ตอบ 1.1 ส่วนหรือบริเวณที่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน มีโครงสร้างและ หรือส่วนผสมทางเคมีที่สม่ำเสมอ และมีขอบเขตที่ชัดเจน เรียกว่า เฟส (Phase)

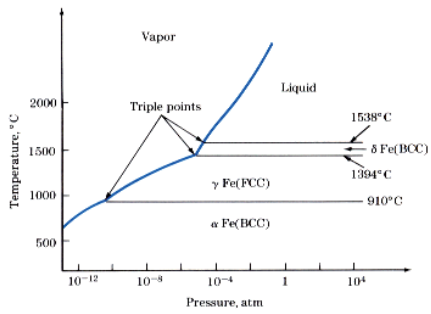
1.2 แผนภาพเฟสหมายถึง แผนภาพที่ใช้แสดงเฟสต่างๆ ที่เกิดขึ้นสัมพันธ์กับ อุณหภูมิ ความดัน และ ส่วนผสม โดยที่เฟสต่างๆ นั้นเกิดขึ้นภายใต้สภาวะสมดุล

1.3 แผนภาพเฟสของระบบ 1 ธาตุ หมายถึง ระบบที่ประกอบด้วย สารบริสุทธิ์ (ธาตุ หรือ สารประกอบ) โดยเฟสที่เกิดขึ้นสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ กับ ความดัน

1.4 แผนภาพเฟสของระบบ 2 ธาตุ หมายถึง ระบบที่ประกอบด้วย ธาตุหรือสารประกอบเพียงสองชนิดเท่านั้น โดยเฟสที่เกิดขึ้นสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ กับ ส่วนผสม ของธาตุผสมนั้น

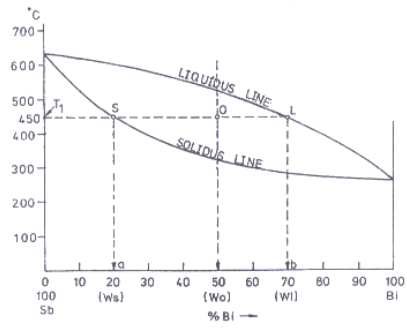
2. จากรูปด้านขวามือ

ตอบ เป็นแผนภาพเฟสระบบ 1 ธาตุ เพราะ แผนภาพเฟสแสดงอุณหภูมิ กับ ความดัน ของธาตุนั้น



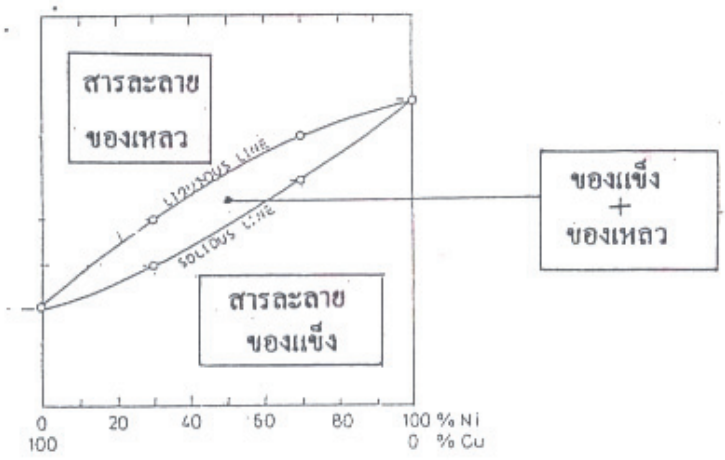
3. จากรูปด้านขวามือ

ตอบ เป็นแผนภาพเฟสระบบ 2 ธาตุ เพราะ แผนภาพเฟสแสดงอุณหภูมิ กับ ส่วนผสม ของธาตุผสมนั้น

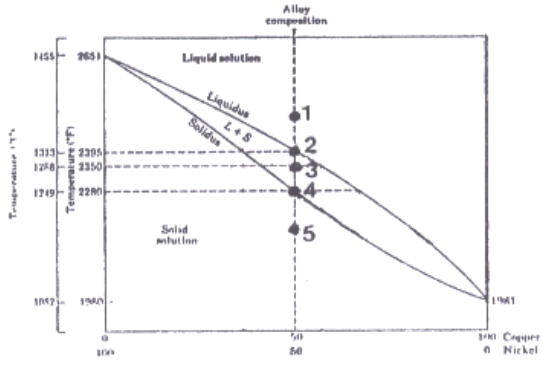


4. จากรูปแผนภาพเฟสด้านล่างจงเขียนชื่อเฟสที่เกิดขึ้นลงใน ☐ ให้สมบูรณ์

ตอบ



5. จากรูปแผนภาพเฟสของโลหะผสมระหว่างทองแดง – นิกเกิล ด้านล่าง จงบอกลักษณะการเกิดเฟสขึ้นตามจุดต่างๆ ให้ถูกต้อง



จุด 1 ของเหลวทั้งหมด

จุด 2 เริ่มแข็งตัวเกิดนิวเคลียส

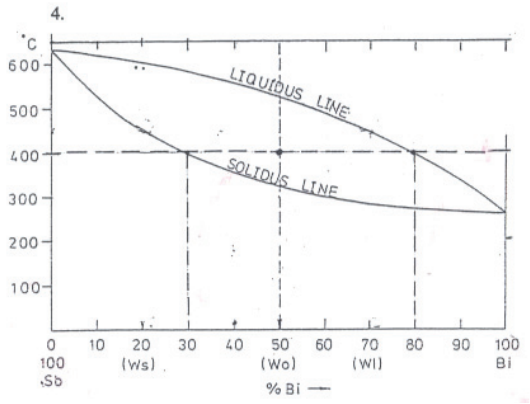
จุด 3 ของแข็งขยายตัวโตขึ้นในลักษณะเดนไดรต์

จุด 4 ส่วนใหญ่จะเป็นของแข็งหมดจะมีของเหลวบ้างเล็กน้อย

จุด 5 ของแข็งทั้งหมด

6. จากรูปด้านล่างเป็นแผนภาพเฟสของโลหะผสมระหว่างพลวง 50% และบิสมัท 50% จงแสดงวิธีการหาอัตราส่วนผสมทางเคมีและปริมาณน้ำหนักของเฟสของแข็งและเฟสของเหลวที่อุณหภูมิ 400°C และเขียนคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

ตอบ



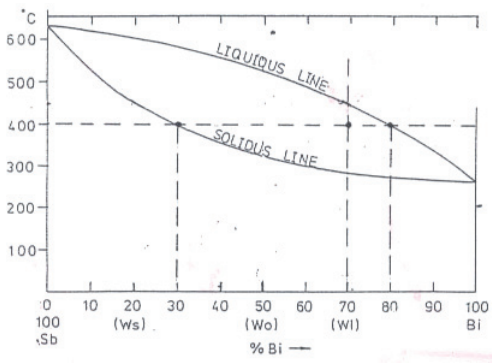
6.1 เฟสของแข็งมีส่วนผสมพลวง = 70% กับบิสมัท = 30%

6.2 เฟสของเหลวมีส่วนผสมพลวง = 20% กับบิสมัท = 80%

6.3 ปริมาณน้ำหนักของเฟสของแข็ง = 60% กับเฟสของเหลว = 40%

7. จากรูปด้านล่างเป็นแผนภาพเฟสของโลหะผสมระหว่างพลวง 30% และบิสมัท 70% จงแสดงวิธีการหาอัตราส่วนผสมทางเคมีและปริมาณน้ำหนักของเฟสของแข็งและเฟสของเหลวที่อุณหภูมิ 400°C และเขียนคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

ตอบ



7.1 เฟสของแข็งมีส่วนผสมพลวง = 70% กับบิสมัท = 30%

7.2 เฟสของเหลวมีส่วนผสมพลวง = 20% กับบิสมัท = 80%

7.3 ปริมาณน้ำหนักของเฟสของแข็ง = 20% กับเฟสของเหลว = 80%

8. จงเลือกหรือเติมข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

ตอบ 8.1 ส่วนผสมยูเทกติก หมายถึง ส่วนผสมของโลหะผสมจะหลอมเหลวได้ดีที่อุณหภูมิ ..... **(ต่ำ** / สูง) ..... สุดเมื่อเทียบกับธาตุที่นำมาผสม

8.2 อุณหภูมิยูเทกติก หมายถึง อุณหภูมิ ..... (**ต่ำ** / สูง) ..... ที่สุดที่เฟส ..... (ของแข็ง / **ของเหลว**) ..... จะยังคงมีอยู่ได้

8.3 จุดที่เกิดจากส่วนผสมยูเทกติกและอุณหภูมิยูเทกติกตัดกัน เรียกว่า จุดยูเทกติก

8.4 ปฏิกิริยายูเทกติกเขียนเป็นสมการได้เป็น

ของเหลว ↔ **ของแข็ง 1** + **ของแข็ง 2**

9. จงเลือกชื่อเฟสที่เกิดขึ้นบนแผนภาพเฟส โดยนำตัวอักษรมาใส่ในวงกลม ◯ บนแผนภาพสมดุลด้านล่าง

A. eutectic

B. solid solution

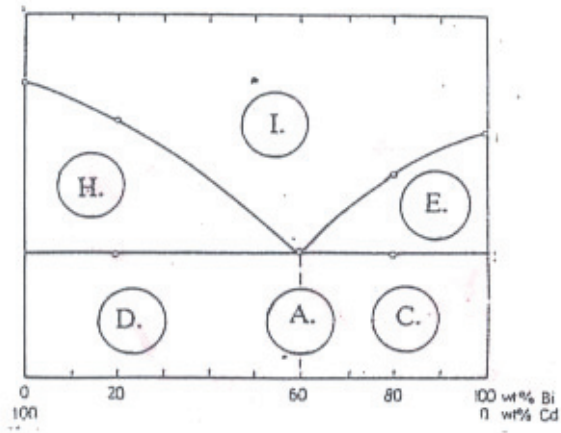
C. solid Bi + eutectic

D. solid Cd + eutectic

E. solid Bi + liduid

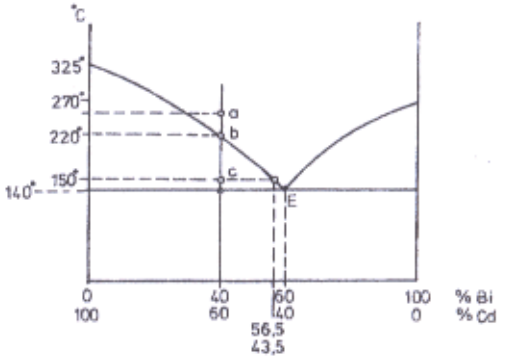
F. solid Cd + liduid

G. liduid



10. จงเติมข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง โดยพิจารณาจากแผนภาพเฟส ด้านล่าง

ตอบ



10.1 จุด a จะมีเฟสเป็น **ของเหลวทั้งหมด**

10.2 อุณหภูมิที่เริ่มเกิดการแข็งตัวคือ จุด **b** และอุณหภูมิสิ้นสุดการแข็งตัวเท่ากับ **140** ^{O}C

10.3 ที่อุณหภูมิ 150°C เฟสของเหลวมีส่วนผสมเคมี **56.5**%Bi และ **43.5**%Cd โดยสมดุลอยู่กับเฟสของแข็ง ..... (**Cd** / Bi) ..... บริสุทธิ์ 100%

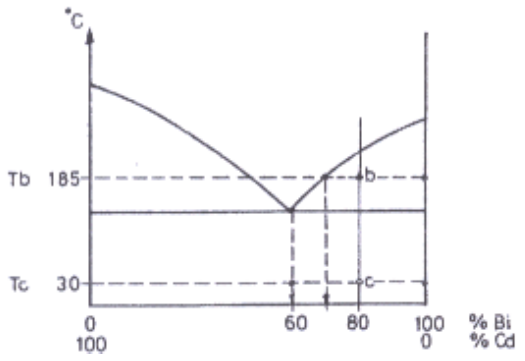
10.4 ที่อุณหภูมิ 150°C ปริมาณน้ำหนักของเฟสของเหลวเท่ากับ **70.8**% และ ปริมาณน้ำหนักของเฟสของแข็งเท่ากับ **29.2**%

11. พิจารณารูป (a) ที่อุณหภูมิ 185°C (Tb) ส่วนผสม 80%Bi จงหา

ตอบ 11.1 เฟสของเหลวมีส่วนผสมเคมี **70**%Bi และ **30**%Cd โดยสมดุลอยู่กับเฟสของแข็ง .....(Cd / **Bi**) ..... บริสุทธิ์ 100%

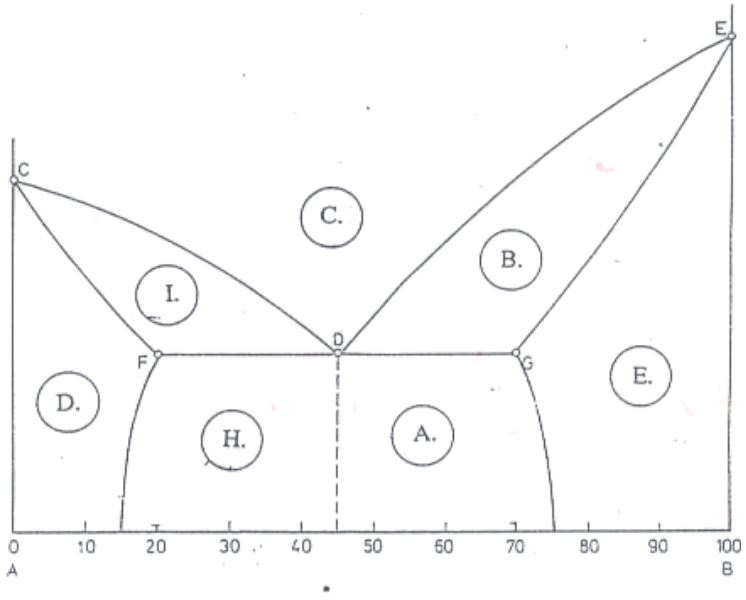
11.2 ปริมาณน้ำหนักของเฟสของเหลวเท่ากับ **66.7**% และปริมาณน้ำหนักของเฟสของแข็งเท่ากับ **33.3**%

รูป (ก)



12. จงเลือกชื่อเฟสที่เกิดขึ้นบนแผนภาพเฟส โดยนำอักษรมาใส่ลงในวงกลม ◯ บนแผนภาพเฟสด้านล่าง

ตอบ



A. β + Eutectic

B. β + Liquid Solution

C. Liquid Solution

D. α

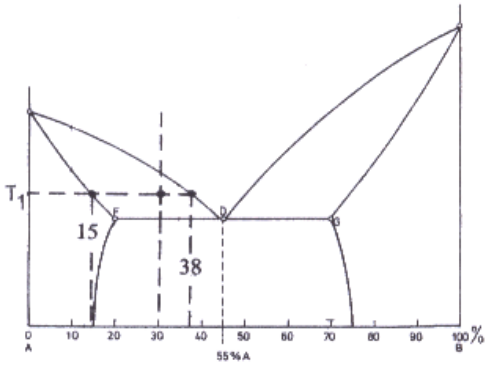
E. β

F. α + Eutectic

G. α + Liquid Solution

13. จากรูปด้านล่างเป็นแผนภาพเฟสของโลหะผสม 70%A และ 30%B จงคำนวณหาอัตราส่วนผสมเคมีและปริมาณน้ำหนักของเฟสของแข็งและเฟสของเหลวที่อุณหภูมิ T_1 ^{O}C และเขียนคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

ตอบ



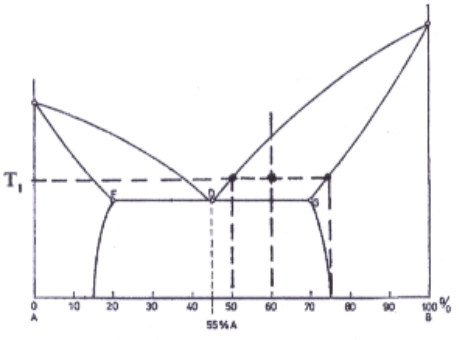
13.1 เฟสของแข็ง α มีส่วนผสมเคมี A= **85%** กับ B= **15%**

13.2 เฟสของเหลวมีส่วนผสมเคมี A= **62%** กับ B= **38%**

13.3 ปริมาณน้ำหนักของเฟสของแข็ง α = **35%** กับ B= **65%**

14. จากรูปด้านล่างเป็นแผนภาพเฟสของโลหะผสม 40%A และ 60%B จงคำนวณหาอัตราส่วนผสมเคมีและปริมาณน้ำหนักของเฟสของแข็งและเฟสของเหลวที่อุณหภูมิ T_1 ^{O}C และเขียนคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

ตอบ

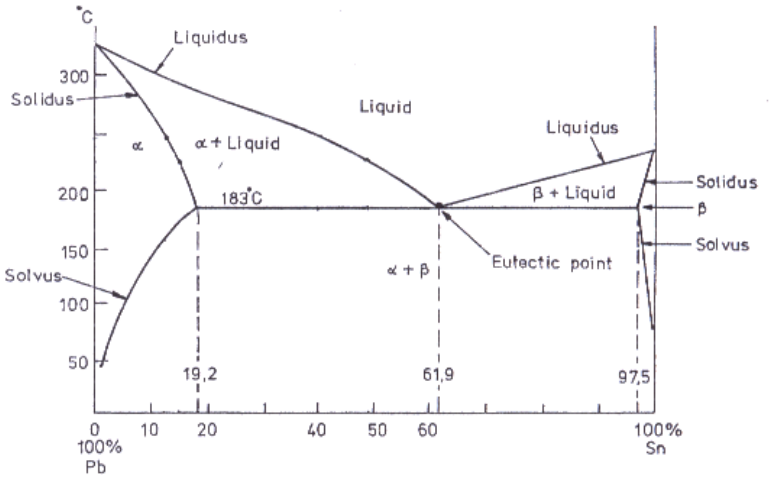


14.1 เฟสของแข็ง β มีส่วนผสมเคมี A= **25%** กับ B= **75%**

14.2 เฟสของเหลวมีส่วนผสมเคมี A= **50%** กับ B= **50%**

14.3 ปริมาณน้ำหนักของเฟสของแข็ง β = **40%** กับ เฟสของเหลว= **60%**

15. จงทำเครื่องหมาย √ หน้าข้อความที่ถูกและ × หน้าข้อความที่ผิด



× 15.1 เฟส α เป็นสารละลายของแข็งที่มีดีบุกเป็นตัวทำละลาย และมีตะกั่วเป็นตัวถูกละลาย

√ 15.2 เฟส α จะมีดีบุกละลายอยู่ได้มากที่สุด = 19.2% ที่อุณหภูมิ 183°C

√ 15.3 เฟส β จะมีตะกั่วละลายอยู่ได้มากที่สุด = 2.5% ที่อุณหภูมิ 183°C

× 15.4 ส่วนผสมยูเทกติกคือ ส่วนผสมที่ตะกั่ว 61.9%

√ 15.5 อุณหภูมิยูเทกติกคือ อุณหภูมิ 183°C

× 15.6 เฟส β เป็นสารละลายของแข็งที่มีตะกั่วเป็นตัวทำละลาย และมีดีบุกเป็นตัวถูกละลาย

× 15.7 ถ้าโลหะผสมตะกั่ว – ดีบุก มีส่วนผสมเคมี 40% ดีบุกและ 60% ตะกั่วที่อุณหภูมิ 200°C จะมีเฟสเป็น $\alpha + \beta$

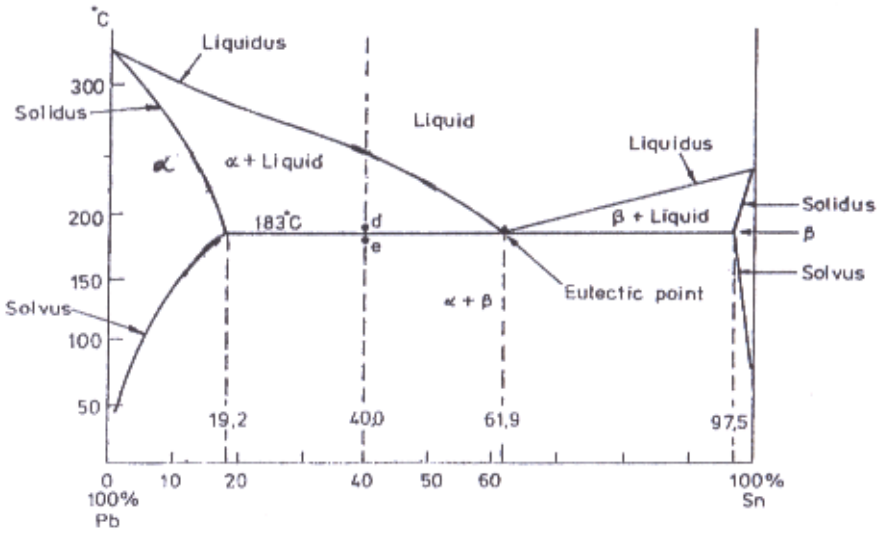
√ 15.8 ถ้าโลหะผสมตะกั่ว – ดีบุก มีส่วนผสมเคมี 10% ดีบุกและ 90% ตะกั่ว จะมีเฟสเป็น α ต้องให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 150°C

√ 15.9 ถ้าต้องการให้เกิดเฟส β + Liquid ต้องเอาโลหะผสมที่มีดีบุกผสมอยู่ระหว่าง 61.9% ถึง 97.5% จึงจะมีโอกาสเกิดขึ้นได้

× 15.10 ถ้าต้องการให้เกิดเฟส β เพียงอย่างเดียวจะต้องให้โลหะผสมมีตะกั่วไม่เกิน 97.5%

16. จงเติมข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ตอบ



16.1 ที่จุด d ซึ่งโลหะผสมมีส่วนผสมเคมี 40%ดีบุก และมีอุณหภูมิประมาณ $183^{O}C + \Delta T$

1.	ประกอบด้วยเฟส	**ของเหลว**	α
2.	ส่วนผสมของแต่ละเฟส	**61.9%** ดีบุก	**19.2%** ดีบุก
3.	ปริมาณของเฟสโดยน้ำหนัก	น้ำหนัก%	น้ำหนัก%
		$= \frac{40-19.2}{61.9-19.2} \times 100\%$	$= \frac{61.9-40}{61.9-19.2} \times 100\%$
		$= 49\%$	$= 51\%$

16.2 ที่จุด e ซึ่งโลหะผสมมีส่วนผสมเคมี 40%ดีบุก และมีอุณหภูมิประมาณ $183^{O}C - \Delta T$ โดยที่ ΔT มีค่าเป็นบวกน้อยๆ

1.	ประกอบด้วยเฟส	α	β
2.	ส่วนผสมของแต่ละเฟส	**19.2%** ดีบุก	**97.5%** ดีบุก
3.	ปริมาณของเฟสโดยน้ำหนัก	น้ำหนัก%	น้ำหนัก%
		$= \frac{97.5-40}{97.5-19.2} \times 100\%$	$= \frac{40-19.2}{97.5-19.2} \times 100\%$
		$= 73\%$	$= 27\%$

17. ทำไมเราจึงต้องศึกษาแผนภาพเฟสของระบบ 3 ธาตุ

ตอบ เนื่องจาก ในโครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าผสมจะมีธาตุผสมมากกว่า 2 ธาตุ

18. จากรูปภาพตัดไอโซเทอร์มอลด้านล่าง จงหาส่วนผสมเป็น % โดยน้ำหนักของโลหะผสม A, B, และ C ที่จุด Alloy 1 และ Alloy 2

ตอบ

วิธีทำ 1.Alloy 1

1.1 ลากเส้นตั้งฉาก AD จะเห็นว่าจุด Alloy 1 อยู่บนเส้นที่ตัดกับเส้นADจะได้ 10%A

1.2 ในทำนองเดียวกันถ้าลากเส้น BE จะได้น้ำหนักของ B = 10% และลากเส้น CF ก็จะได้ C = 80

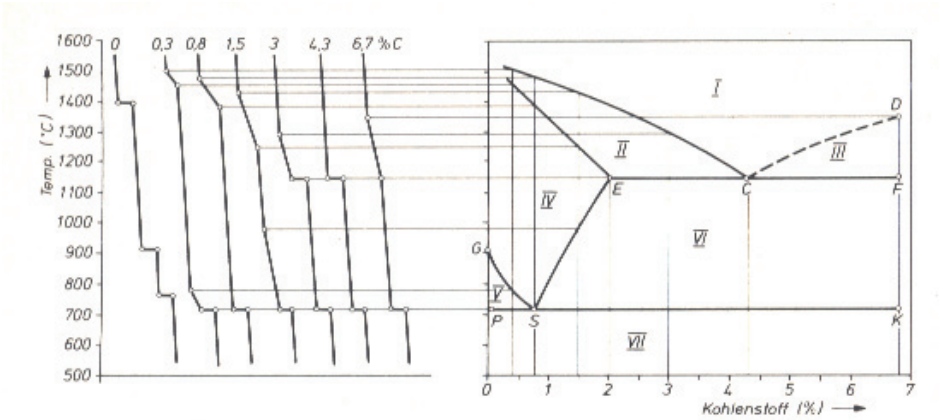
1.3 ดังนั้นที่จุด Alloy 1 จะมีส่วนผสม A = 10%, B = 10% และ C = 80% โดยน้ำหนักของโลหะผสม

ในวิธีการทำทำนองเดียวกันกับ Alloy 1 จะได้ Alloy 2 A = 60%, B = 20% และ C =

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6

.....

1. จงอธิบายความหมายของ รูป ก. และ รูป ข. ด้านล่าง ให้ถูกต้อง



Zustandsschaubild Eisen-Kohlenstoff

ตอบ 1.1 รูป ก. เป็นกราฟการเย็นตัวของโลหะผสมระหว่างเหล็ก (Fe) กับคาร์บอน (C) ในอัตราส่วนผสมต่างๆ กัน โดยเริ่มต้นจากเหล็กผสมกับคาร์บอนในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งสุดท้ายมีคาร์บอนประมาณ 6.67%

1.2 รูป ข. เป็นแผนภาพสมดุลของเหล็ก – เหล็กคาร์ไบด์ ที่ได้จากกราฟการเย็นตัว โดยต่อจุดเริ่มต้นการแข็งตัว จุดสุดท้ายของการแข็งตัว และ จุดที่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเข้าด้วยกันกับแกนส่วนผสม

2. จงทำเครื่องหมาย √ หน้าข้อความที่ถูกและ × หน้าข้อความที่ผิด

√ 2.1 เฟอร์ไรต์เป็นสารละลายของแข็งแบบแทรกที่ (Interstitial Solid Solution)

√ 2.2 เฟอร์ไรต์จะมีการคาร์บอนจะละลายได้สูงสุด 0.025% ที่อุณหภูมิ 723 ^{O}C

× 2.3 เหล็กเดลตาเป็นสารละลายของแข็งแบบแทนที่

√ 2.4 เหล็กเดลตาจะมีการละลายคาร์บอนได้สูงสุด 0.08% ที่อุณหภูมิ 1492 ^{O}C

× 2.5 ออสเทนไนต์ เป็นสารประกอบแบบแทรกที่ของคาร์บอนในเหล็กแกมมา

× 2.6 ออสเทนไนต์ จะมีคาร์บอนจะละลายได้สูงสุดถึง 2%C ที่อุณหภูมิ 723 ^{O}C

√ 2.7 ซีเมนไทต์มีสูตรทางเคมีว่า Fe_3C

× 2.8 ซีเมนไทต์เป็นสารละลายของแข็งแบบแทรกที่

√ 2.9 ซีเมนไทต์มีสมบัติแข็งมากแต่จะเปราะแตกหักง่าย มีระบบผลึกเป็นออโทรอมบิค

3. จงอธิบายความหมายของคำจำกัดความต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

ตอบ 3.1 เฟอร์ไรต์ หมายถึง สารละลายของแข็งแบบแทรกที่ ของคาร์บอนในเหล็กแอลฟา โดยมีคาร์บอนละลายอยู่ในผลึก bcc ได้สูงสุดที่ 0.025% ที่อุณหภูมิ 723 ^{O}C

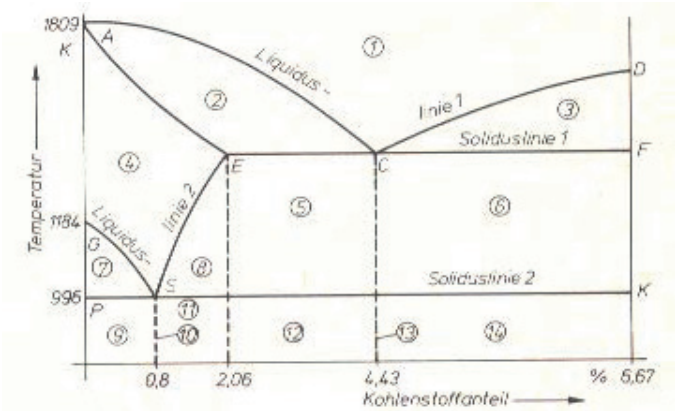
3.2 ออสเทนไนต์ หมายถึง สารละลายของแข็งแบบแทรกที่ ของคาร์บอนในเหล็กแกมมา โดยมีคาร์บอนละลายอยู่ในผลึก fcc ได้สูงสุดที่ 2% ที่อุณหภูมิ 1148 ^{O}C

3.3 ซีเมนไทต์ หมายถึง สารประกอบแบบแทรกที่ มีสมบัติแข็งเปราะมาก มีโครงสร้างผลึกเป็นแบบออร์โทรอมบิก

3.4 เพิร์ลไลต์ หมายถึง ของผสมระหว่างเฟอร์ไรต์กับซีเมนไทต์ ที่เกิดขึ้นจากการเย็นตัวอย่างช้าๆ ของออสเทนไนต์ที่มีคาร์บอนละลายอยู่ 0.8% โดยเกิดที่อุณหภูมิ 723 ^{O}C

4. จากรูปด้านล่างเป็นแผนภาพสมดุลของเหล็ก – เหล็กคาร์ไบด์ จงบอกชื่อเฟสที่อยู่ตามหมายเลข 1 – 10 และชื่อจุด C และจุด S มาให้เข้าใจ

ตอบ



1. ของเหลว
2. ของเหลว + ออสเทนไนต์
3. ของเหลว + ซีเมนไทต์
4. ออสเทนไนต์
5. ออสเทนไนต์ + ซีเมนไทต์
6. ออสเทนไนต์ + ซีเมนไทต์
7. ออสเทนไนต์ + เฟอร์ไรต์
8. ออสเทนไนต์ + ซีเมนไทต์
9. เฟอร์ไรต์ + ซีเมนไทต์
10. เพิร์ลไลต์ (เฟอร์ไรต์ + ซีเมนไทต์)

จุด C หมายถึง จุดยูเทกติก

จุด S หมายถึง จุดยูเทกตอยด์

5. จงทำเครื่องหมาย √ หน้าข้อความที่ถูกและ × หน้าข้อความที่ผิด

√ 5.1 ในแผนภาพสมดุลเหล็ก – เหล็กคาร์ไบด์จะมีเส้นนอนขนานอยู่ 3 เส้น

× 5.2 ปฏิกิริยาเพอริเทกติก (Peritectic Reaction) จะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 1,292 ^{O}C

× 5.3 ปฏิกิริยายูเทกตอยด์ (Eutectoid Reaction) จะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 623 ^{O}C

√ 5.4 ที่อุณหภูมิ 1,492^{O}C

เฟอร์ไรต์เดลตา (0.08%C) + ของเหลว(0.55%C) ⟷ ออสเทนไนต์ (0.18%C)

√ 5.5 ที่อุณหภูมิ 1,148^{O}C

ของเหลว (4.3%C) ⟷ ออสเทนไนต์ (2%C) + ซีเมนไทต์ (6.67%C)

× 5.6 ที่อุณหภูมิ 723°C

เฟอร์ไรต์ (0.8%C) ⟷ ออสเทนไนต์ (0.025%C) + ซีเมนไทต์ (6.67%C)

√ 5.7 ลีดีบูไรต์ (Ledeburite) เป็นของผสมยูเทกติกที่เกิดจากการรวมกันของออสเทนไนต์และซีเมนไทต์

√ 5.8 ว่า เพิร์ลไลต์ (Pearlite)เป็นของผสมระหว่างเฟอร์ไรต์กับซีเมนไทต์

√ 5.9 เส้นA_3 คือเส้นอุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงจากออสเทนไนต์เป็นเฟอร์ไรต์

× 5.10 A_1 คือ เส้นแสดงอุณหภูมิยูเทกติก

× 5.11 เหล็กกล้าไฮโปยูเทกตอยด์เป็นเหล็กกล้าที่มีคาร์บอนสูงกว่า 0.8%

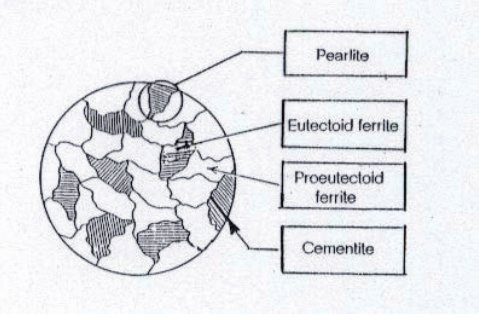
× 5.12 เหล็กกล้าไฮเปอร์ยูเทกตอยด์เป็นเหล็กกล้าที่มีคาร์บอนต่ำกว่า 0.8%

√ 5.13 ขณะที่เหล็กกล้าไฮโปยูเทกตอยด์เย็นลงผ่านเส้น A_3 จะเริ่มเกิดเฟอร์ไรต์ที่ขอบเกรนออสเทนไนต์

√ 5.14 ขณะที่เหล็กกล้าไฮโปยูเทกตอยด์เปลี่ยนรูปผลึกจาก fcc เป็น bcc เพื่อไปเป็นเฟอร์ไรต์จะผลักอะตอมคาร์บอนเข้าสู่โครงสร้างออสเทนไนต์ที่เหลืออยู่

6. จากรูปด้านล่าง จงเขียนชื่อโครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าไฮโปยูเทกตอยด์ให้ถูกต้องลงในช่องว่างรูปสี่เหลี่ยม

ตอบ



เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 7

……...

1. จงเติมข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ตอบ 1.1 การอบชุบเหล็กกล้าด้วยความร้อน หมายถึง กระบวนการทำให้ร้อนและการทำให้เย็น โดยมีเวลาเป็นตัวกำหนดกระทำกับโลหะกลุ่มเหล็กในสภาวะของแข็ง เพื่อให้ได้สมบัติทางกลต่างๆ ตามต้องการ เช่น ความแข็งแรง ความแข็ง และความความเหนียว เป็นต้น

1.2 การชุบแข็งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มความแข็งของโลหะกลุ่มเหล็ก

2. จงทำเครื่องหมาย √ หน้าข้อความที่ถูกและ × หน้าข้อความที่ผิด

√ 2.1 อุณหภูมิออสเทนไนต์ที่เหมาะสมของการชุบแข็งจะอยู่ประมาณ $50^{O} – 75^{O}C$ เหนือเส้น A_3 หรือ $A_{3,1}$

√ 2.2 ถ้าเผาเหล็กสูงเกินอุณหภูมิออสเทนไนต์ที่เหมาะสมจะทำให้เกรนของเหล็ก ขยายใหญ่ขึ้น

× 2.3 มาร์เทนไซต์ เมื่อถูกทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็วจะเปลี่ยนเป็นออนสเทนไนต์

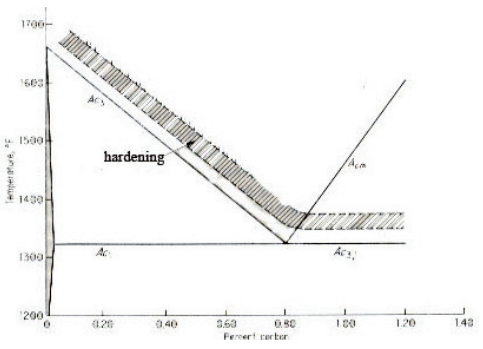
× 2.4 มาร์เทนไซต์ (Martensite) เป็นโครงสร้างของเหล็กซึ่งมีความเหนียวสูงที่สุด

√ 2.5 การลดอุณหภูมิของชิ้นงานโลหะที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิสูงโดยวิธีการต่างๆ เรียกว่า การชุบ

× 2.6 มาร์เทนไซต์ซึ่งมีความแข็งสูงมากแต่จะมีความเหนียวมากเกินไปที่จะนำไปใช้งาน ดังนั้นจึงต้องนำเอาชิ้นงานที่ผ่านการชุบแข็งมาเข้ากระบวนการทำเทมเปอร์ (Tempering)

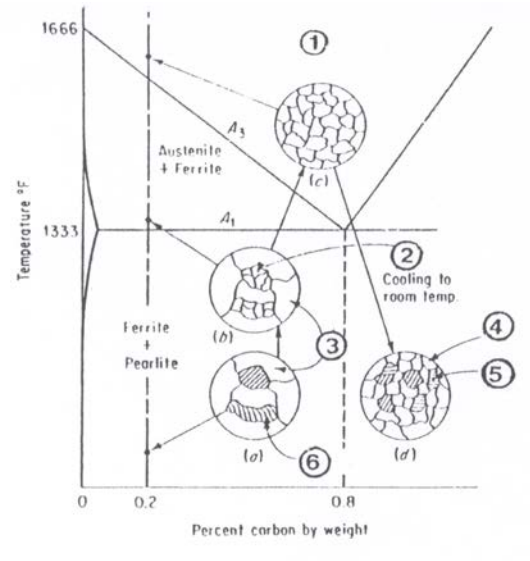
3. จงระบายสีบริเวณอุณหภูมิที่เหมาะกับการชุบแข็งลงในรูปด้านล่างให้ถูกต้อง

ตอบ



4. จงเขียนชื่อเฟสตามหมายเลขใน ◯ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจุลภาคของการอบอ่อนอย่างสมบูรณ์ของเหล็กกล้าคาร์บอน 0.2% ให้ถูกต้อง

ตอบ



1 = ออสเทนไนต์

2 = ออสเทนไนต์

3 = เฟอร์ไรต์

4 = เฟอร์ไรต์

5 = เพิร์ลไลต์

6 = เพิร์ลไลต์

5. จงทำเครื่องหมาย √ หน้าข้อความที่ถูกและ × หน้าข้อความที่ผิด

√ 5.1 กรรมวิธีทางความร้อนซึ่งช่วยลดความเค้นตกค้างที่เกิดจากการขึ้นรูป เรียกว่า การอบลดความเค้น

× 5.2 วิธีการอบลดความเค้นทำได้โดยการเผาเหล็กที่อุณหภูมิต่ำกว่าเส้น A_1 แล้วจะปล่อยให้เย็นในเตา

× 5.3 การอบให้ได้คาร์ไบด์ก้อนกลมจะใช้กับเหล็กกล้าไฮโปยูเทกตอยด์

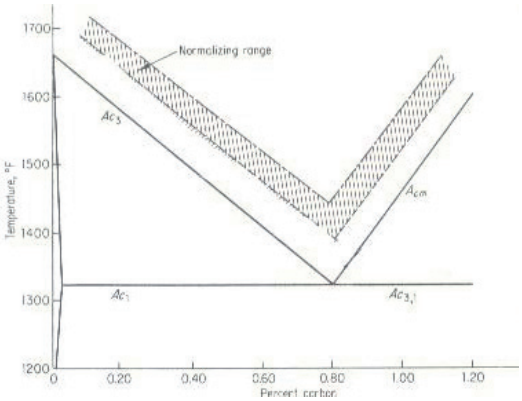
× 5.4 การอบให้ได้คาร์ไบด์ก้อนกลมจะเผาเหล็กให้ร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่าเส้น A_1 เล็กน้อยแล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ เพื่อให้ซีเมนไทต์เปลี่ยนรูปเป็นเม็ดกลมหลังจากนั้นเอาเหล็กออกปล่อยให้เย็นในเตา

√ 5.5 การอบนอร์มอลไลซ์เป็นกรรมวิธีทางความร้อนซึ่งทำให้เหล็กกล้ามีโครงสร้างเป็นออสเทนไนต์แล้วปล่อยให้เย็นตัวในอากาศ

× 5.6 การอบนอร์มอลไลซ์เป็นการลดความเค้นตกค้าง (Residual Stress) ทำให้เหล็กกล้ามีความแข็งและการยืดตัวสูงขึ้น

6. จงระบายสีบริเวณอุณหภูมิที่เหมาะกับการทำการอบนอร์มอลไลซ์ลงในรูปด้านล่างให้ถูกต้อง

ตอบ



7. จงให้เหตุผลว่าว่าทำไมเหล็กกล้าที่ผ่านการชุบแข็งจึงต้องนำมาทำเทมเปอร์

ตอบ เนื่องจากการชุบแข็งจะทำให้โครงสร้างออสเทนไนต์เปลี่ยนไปเป็นมาร์เทนไซต์ ซึ่งมีความแข็งสูงมากแต่จะมีความเปราะมากเกินไปที่จะนำไปใช้งาน ดังนั้นเราจึงต้องนำเอาชิ้นงานที่ผ่านการชุบแข็งมาเข้ากระบวนการทำเทมเปอร์ เพื่อให้ได้ความเหนียวเหมาะกับการใช้งานต่อไป

8. จงเติมข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ตอบ 8.1 การทำเทมเปอร์ (ช่วงที่ 1) ที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 40 ^{O}C ถึง 200 ^{O}C มีวัตถุประสงค์เพื่อ <u>ลดความเครียดภายใน และปรับปรุงสมบัติทางด้านความเหนียว โดยรักษาระดับความแข็งไว้ในระดับใกล้เคียงกับความแข็งที่ได้ภายหลังการชุบแข็ง โดยโครงสร้างจุลภาคของเหล็กจะเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย</u>

8.2 การทำเทมเปอร์ (ช่วงที่ 2) ที่อุณหภูมิปานกลางประมาณ 200 ^{O}C ถึง 400 ^{O}C มีวัตถุประสงค์เพื่อ <u>ให้เหล็กมีความหนียวสูง และมีสมบัติทางด้านการยืดหยุ่นสูง ส่วนใหญ่ใช้สำหรับเหล็กทำแหนบสปริง โครงสร้างจุลภาคของเหล็กจะใกล้เคียงกับเบนไนต์หรือทรูสไตต์</u>

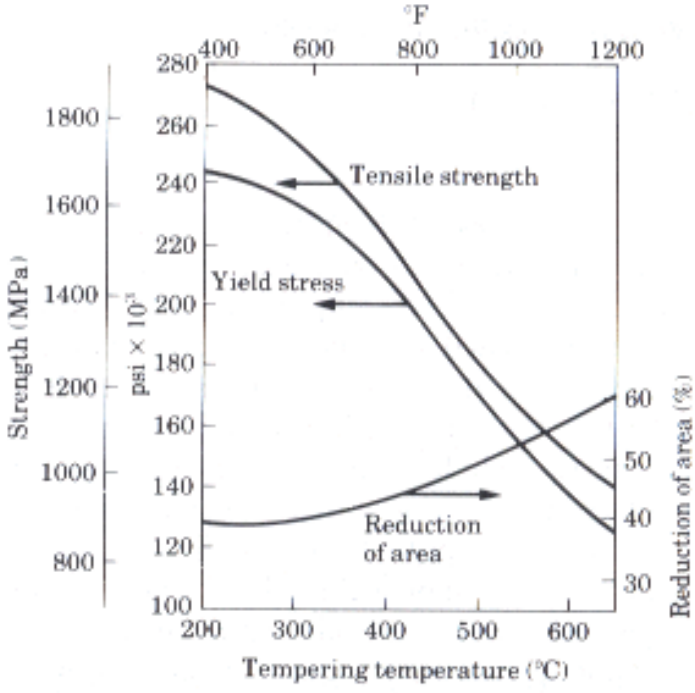
8.3 การทำเทมเปอร์ (ช่วงที่ 3)ที่อุณหภูมิสูงประมาณ 400 ^{O}C ถึง 650 ^{O}C มีวัตถุประสงค์เพื่อ <u>ต้องการทำลายความเครียดภายในให้หมดไป และเพื่อให้เหล็กมีสมบัติทางด้านความเหนียวสูง โดยมีความแข็งอยู่ในเกณฑ์สูงพอประมาณ โครงสร้างจุลภาคของเหล็กจะมีลักษณะเป็นเพิร์ลไลต์ละเอียดใกล้เคียงกับโครงสร้างซอร์ไบต์</u>

9. จากรูปด้านล่างถ้าทำการอบคืนไฟที่อุณหภูมิ 500 ^{O}C และปล่อยให้เย็นในอากาศ เหล็กกล้าที่ทำการอบคืนไฟจะมี ค่าความแข็งแรง ความเค้นคราก และการยืดตัว เท่าไร

ตอบ 2.1 ความแข็งแรง 1,300 MPa

2.2 ความเค้นคราก 1,150 MPa

2.3 การยืดตัว 50%



เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 8

……

1. จงทำเครื่องหมาย √ หน้าข้อความที่ถูกและ × หน้าข้อความที่ผิด

...×... 1.1 เหล็กหล่อเป็นเหล็กซึ่งมีปริมาณธาตุคาร์บอนในช่วง 1 - 6.67%

...√... 1.2 เหล็กหล่อจะมีปริมาณคาร์บอนผสมอยู่มากกว่าในเหล็กกล้า

...√... 1.3 ในอุตสาหกรรมผลิตเหล็กหล่อจะผลิตเหล็กหล่อมีคาร์บอนอยู่ระหว่าง 2.5 - 4%

...×... 1.4 เหล็กหล่อถ้ามีปริมาณคาร์บอนมากเกิน 4% เหล็กหล่อจะสูญเสียสมบัติทางด้านความแข็งคือจะเปราะและแตกหักได้ง่ายเมื่อถูกแรงกระแทก

...√... 1.5 เหล็กหล่อที่มีแกรไฟต์เป็นเกล็ด (Graphite Flakes) กระจายอยู่บนโครงสร้างจุลภาคพื้นฐานของเฟอร์ไรต์ หรือเพิร์ลไลต์ เรียกว่าเหล็กหล่อเทา

...√... 1.6 เหล็กหล่อเทาจะมีความต้านทานแรงอัด และแรงสั่นสะเทือน (Damping Capacity) ได้ดี

...√... 1.7 เหล็กหล่อเทาสามารถหล่อหลอมให้ได้รูปร่างชนิดซับซ้อนได้ง่าย

...×... 1.8 เหล็กหล่อเทาเป็นเหล็กหล่อซึ่งคาร์บอนทั้งหมดอยู่ในรูปของคาร์ไบด์

...√... 1.9 เหล็กหล่อขาวมีความแข็งสูงกว่าเหล็กหล่อเทา

...×... 1.10 เหล็กหล่อขาวจะถูกนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตเหล็กหล่อเหนียว (Ductile Cast Iron)

...×... 1.11 เหล็กหล่อที่นำเหล็กหล่อขาวมาทำการอบชุบเพื่อเปลี่ยนเฟสคาร์ไบด์ให้กลายเป็นแกรไฟต์ส่งผลให้มีความเหนียวสูงขึ้นเรียกว่า เหล็กหล่อเหนียว

...√... 1.12 เหล็กหล่ออบเหนียวเฟอร์ริติกได้จากนำเหล็กหล่อขาวมาทำการอบและให้เย็นตัวช้า

...√... 1.13 เหล็กหล่อเหนียวนี้บางทีเรียกว่า เหล็กหล่อแกรไฟต์กลม (Nodular or Spheroidal Cast Iron)

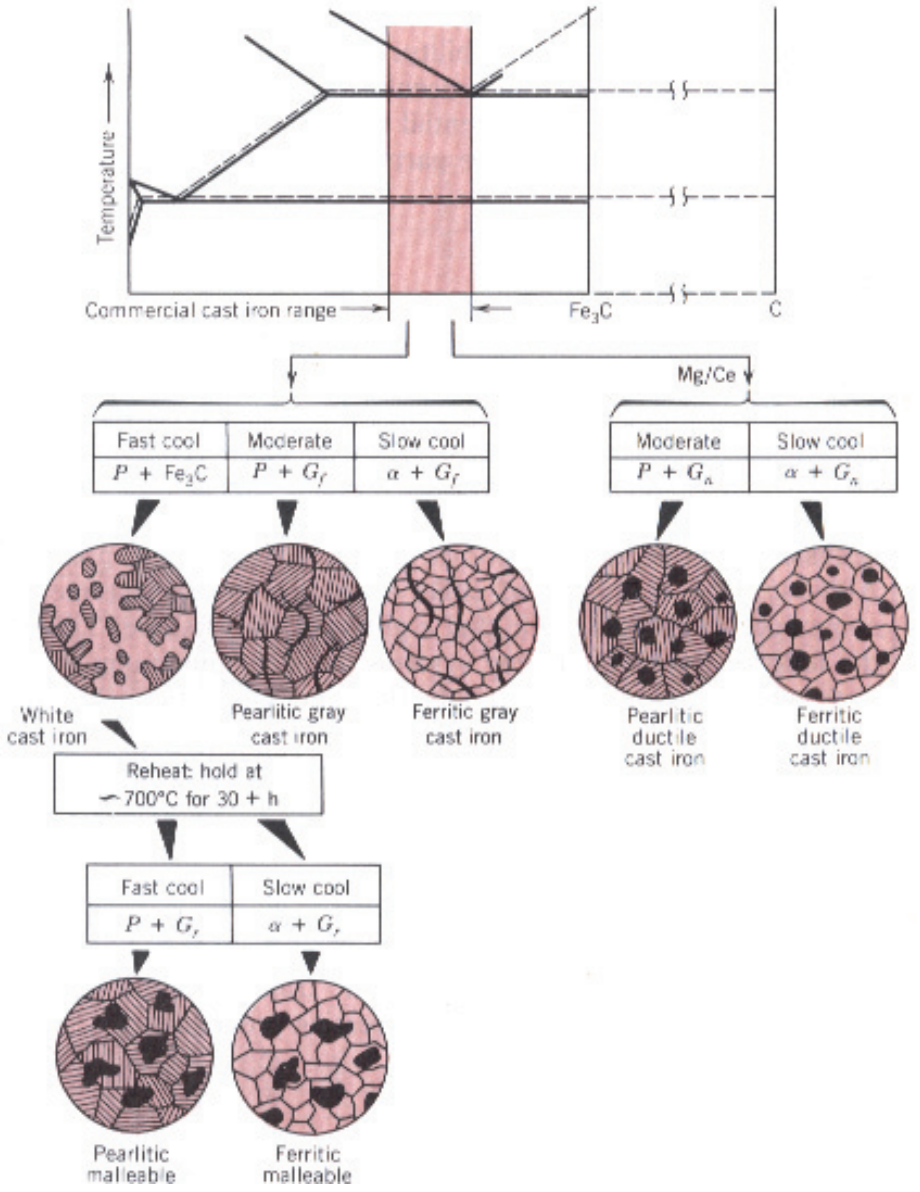
...√... 1.14 แกรไฟต์ในเหล็กหล่อเหนียวที่มีรูปร่างเป็นเม็ดกลมโดยการผสมแมกนีเซียมหรือซีเรียม

...×... 1.15 เหล็กหล่อแกรไฟต์กลมหลังการหล่อจะมีสมบัติทางกลเทียบเท่ากับเหล็กหล่อขาว

...√... 1.16 เหล็กหล่อเหนียวมักนิยมนำมาทำเพลาข้อเหวี่ยง วาล์ว และผนังของปั๊มเป็นต้น

2. จงเติมโครงสร้างจุลภาคลงในช่องว่างในรูปด้านล่างให้ถูกต้อง

ตอบ



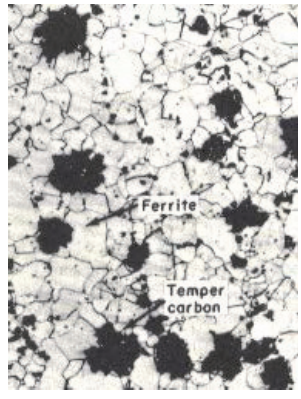
3. จากรูปโครงสร้างของเหล็กหล่อให้บอกว่าเป็นเหล็กหล่อชนิดใด

ตอบ

เหล็กหล่อขาว

เหล็กหล่อเหนียว

เหล็กหล่อเทา



เหล็กหล่ออบเหนียว

4. จงเติมข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ตอบ 4.1 เหล็กกล้าหมายถึง เหล็กที่มีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนไม่เกิน 2% โดยน้ำหนัก

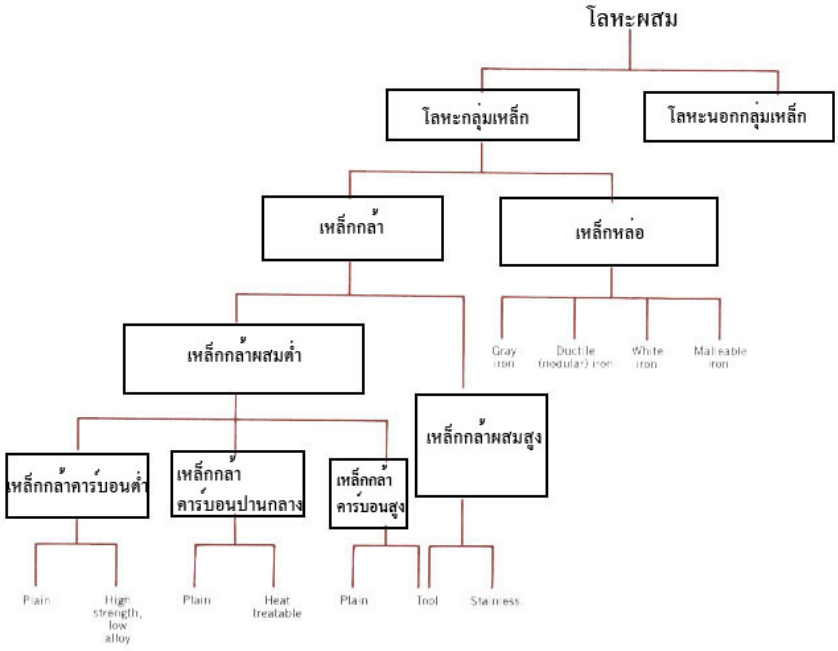
4.2 เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำหมายถึง เหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนไม่เกิน 0.3%

4.3 เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางหมายถึง เหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนไม่เกิน 0.3 – 0.6%

4.4 เหล็กกล้าคาร์บอนสูงหมายถึง เหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนสูงกว่า 0.6%

5. จงเติมข้อความลงใน ☐ ในแผนภาพให้สมบูรณ์

ตอบ



เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 9

……

1. จงอธิบายความหมายของคำจำกัดความดังต่อไปนี้

ตอบ 1.1 โลหะนอกกลุ่มเหล็ก หมายถึง โลหะและโลหะผสมชนิดต่างๆ ที่องค์ประกอบหลักไม่ใช่เหล็ก เช่น อะลูมิเนียมผสม ทองแดงผสม และไทเทเนียมผสม เป็นต้น

2. จงบอกเหตุผลอย่างน้อย 3 ข้อว่าทำไมโลหะนอกกลุ่มเหล็กซึ่งมีราคาสูงกว่าเหล็กกล้า แต่ยังคงนำมาใช้ทดแทนเหล็กกล้าเพราะ

ตอบ 2.1 ง่ายต่อการผลิตชิ้นส่วน เช่น การหล่อ การรีด หรือความสามารถในการกัดแต่ง เป็นต้น

2.2 สมบัติทางด้านต้านทานการกัดกร่อน

2.3 สภาพที่เป็นตัวนำทั้งไฟฟ้าและความร้อน

2.4 น้ำหนักหรือความถ่วงจำเพาะ

2.5 ความสวยงามของสีสัน

3. จงทำเครื่องหมาย √ หน้าข้อความที่ถูก และ × หน้าข้อความที่ผิด

× 3.1 อะลูมิเนียมผสม ซึ่งการเติมธาตุผสมมีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงสมบัติทางเคมี

√ 3.2 การเติมธาตุผสมลงในอะลูมิเนียมทำให้การนำไฟฟ้าและการนำความร้อนลดประสิทธิภาพลงอย่างมาก

× 3.3 อะลูมิเนียมบริสุทธิ์ในเชิงพาณิชย์ (Commercially Pure Aluminium) จะมีปริมาณอะลูมิเนียมในส่วนผสมทางเคมีไม่น้อยกว่า 89% โดยน้ำหนัก

√ 3.4 อะลูมิเนียมบริสุทธิ์ในเชิงพาณิชย์ ใช้ตัวเลขระบุอะลูมิเนียมชนิดนี้ คือ 1xxx

× 3.5 อะลูมิเนียมจากการใช้แรงขึ้นรูปที่มีแมกนีเซียมและซิลิคอนเป็นธาตุผสมหลักจะใช้ตัวเลขระบุอะลูมิเนียมชนิดนี้ว่า 5xxx

× 3.6 อะลูมิเนียมจากการใช้แรงขึ้นรูปที่มีทองแดงเป็นธาตุผสมหลักจะใช้ตัวเลขระบุอะลูมิเนียมชนิดนี้ว่า 3xxx

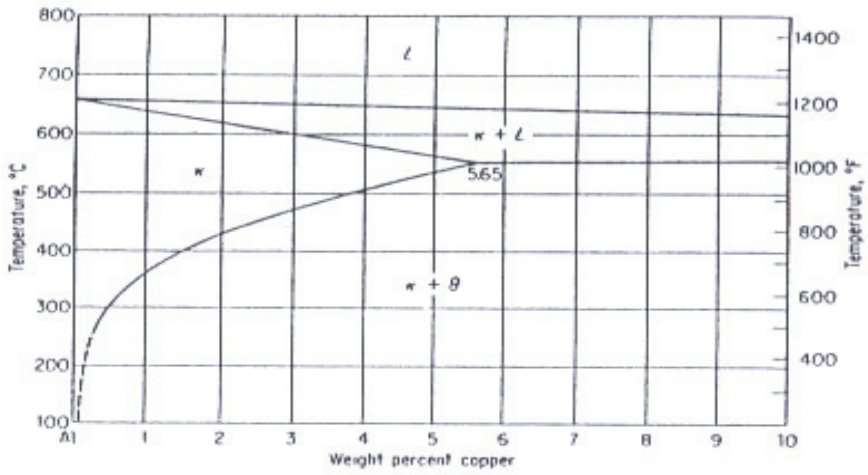
× 3.7 H และตัวเลข (H1) เป็นสัญลักษณ์ ใช้ระบุถึงระดับการขึ้นรูปร้อน หรือระดับการเปลี่ยนรูปอย่างถาวร ของโลหะ ภายใต้อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิการเกิดผลึกใหม่

√ 3.8 ตัวอักษร T และตัวเลข (T2) เป็นสัญลักษณ์ระบุลักษณะกระบวนการทางความร้อนสำหรับอะลูมิเนียมที่ใช้แรงในการขึ้นรูป

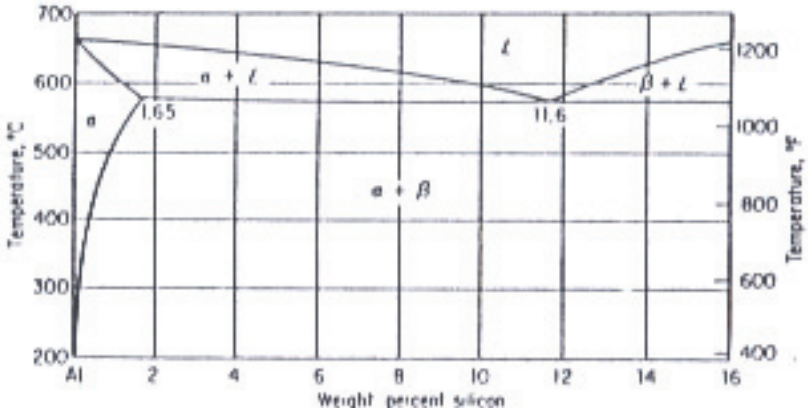
× 3.9 อะลูมิเนียมจากการหล่อขึ้นรูปที่มีทองแดงเป็นธาตุผสมหลักจะใช้ตัวเลขระบุอะลูมิเนียมชนิดนี้ว่า 3xx.x

4. จากรูปที่ให้ จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ตอบ



4.1 จากแผนภาพสมดุลโลหะผสมอะลูมิเนียม – ทองแดง ซึ่งทองแดงจะละลายในสารละลายของแข็ง (K)ได้สูงสุด 5.65% ที่อุณหภูมิประมาณ 550 ^{O}C และถ้าอุณหภูมิลดลงการละลายจะ ลดลง และถ้าอะลูมิเนียมมีทองแดงผสมลงไป 3% และต้องการให้เกิดเฟส K + L สมดุลกันอยู่เราจะต้องใช้อุณหภูมิประมาณ 600 ^{O}C



4.2 จากแผนภาพสมดุลโลหะผสมอะลูมิเนียม – ซิลิคอนซึ่งการละลายได้สูงสุดของซิลิคอนในอะลูมิเนียมในรูปของสารละลายของแข็งแอลฟาที่ 1.65% และมีจุดยูเทกติกที่ 11.6%Si ที่อุณหภูมิประมาณ 575 ^{O}C

5. จงทำเครื่องหมาย √ หน้าข้อความที่ถูก และ × หน้าข้อความที่ผิด

√ 5.1 ทองแดงที่ใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าเกือบทั้งหมดจะมีธาตุทองแดงผสมอยู่ 99.9%

√ 5.2 ทองแดงอิเล็กโทรไลติก เขียนย่อว่า ETP จัดเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์สูง

× 5.3 ทองแดง OFHC คือทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ประมาณ 99.95% และไม่มีซิลิคอนผสมอยู่เลย

√ 5.4 ทองแดงที่ผสมธาตุอาร์เซนิก (As) เพื่อปรับปรุงความต้านทานการกัดกร่อน

× 5.5 ทองเหลืองเป็นโลหะผสมที่ประกอบด้วยทองแดง (มากกว่าร้อยละ 60) กับสังกะสีและมีธาตุอื่น ๆ ผสมอยู่เล็กน้อย

× 5.6 ทองเหลืองแอลฟาเป็นโลหะผสมระหว่างทองแดงกับดีบุกโดยมีดีบุกไม่เกิน 38%

× 5.7 โลหะผสมของทองแดง 80% และ สังกะสี 20% มีชื่อเรียกเชิงพาณิชย์ว่า ทองเหลือง Cartridge

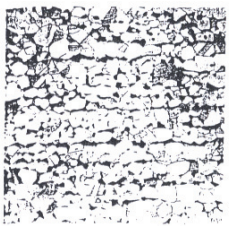
√ 5.8 เมื่อผสมสังกะสีลงในทองแดงเพิ่มมากขึ้นประมาณ 40% ก็จะเกิดเฟสบีตาสมดุลอยู่กับเฟสแอลฟา ซึ่งมีชื่อเรียกว่า ทองเหลืองแอลฟา – บีตา

√ 5.9 บรอนซ์หมายถึง โลหะผสมระหว่างทองแดงกับดีบุก

√ 5.10 บรอนซ์ดีบุกมักถูกเรียกว่า บรอนซ์ฟอสฟอรัส (Phosphor Bronze)

6. จากรูป จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ตอบ



6.1 จากรูปโครงสร้างจุลภาคด้านซ้ายจะเป็นทองเหลืองที่มีทองแดง 60% และสังกะสี 40% มีชื่อทางการค้าว่า Muntz

6.2 จากรูปโครงสร้างจุลภาคด้านซ้าย เป็นทองเหลืองที่มีทองแดง 70% และสังกะสี 30% มีชื่อทางการค้าว่า Cartridge

เฉลยใบงานที่ 10.1

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 1

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก LG

วัสดุ เหล็ก LG ขนาด 25 x 25 x 25 มม.

คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1. เตรียมชิ้นงานให้ได้ขนาด
2. ขัดผิวชิ้นงานด้วยกระดาษทรายจากเบอร์ 150/240/400/600/800 ตามลำดับ
3. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
4. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง

ขั้นตอนการทำงาน	วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์
1. ตัดชิ้นงานและตะไบให้ได้ตามขนาด	1. ปากกาจับชิ้นงาน
2. ประกอบเครื่องขัดหยาบพร้อมเสียบปลั๊กให้	2. เลื่อยมือ
น้ำไหลวนตลอดเวลา	3. ใบเลื่อย 18 หรือ 24 ฟันนิ้ว
3. ติดตั้งกระดาษทรายบนแผ่นกระจก	4. ฟุตเหล็ก
4. ดำเนินการขัดหยาบโดยเริ่มจาก #150 /240/	5. เหล็กขีด
400/600/800 ตามลำดับ	6. ตะไบ
5. หลังจากขัดกระดาษทราย #800 ทำความ	7. เครื่องขัดหยาบ
สะอาดชิ้นงาน และนำส่งครูตรวจ	8. กระดาษทราย#150/240/400/600/800

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

เฉลยใบตรวจงานที่ 10.1

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 1

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก LG

วัสดุ เหล็ก LG ขนาด 25 x 25 x 25 มม

คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1. เตรียมชิ้นงานให้ได้ขนาด
2. ขัดผิวชิ้นงานด้วยกระดาษทรายจากเบอร์ 150/240/400/600/800 ตามลำดับ
3. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
4. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติ		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. การเตรียมชิ้นงานได้แก่			
1.1 ขนาดชิ้นงาน	√		
1.2 ชิ้นงานได้ฉาก (มองด้วยสายตา)	√		
1.3 ลบคมชิ้นงาน	√		
2. รอยขูดขีดที่ผิวหน้าและแนวขัดไปทางเดียวกัน	√		
3. เวลาที่ใช้ในการทำงาน	2 ชม.		
4. ความปลอดภัยในการทำงาน	√		

ผลการพิจารณา : ผ่านอยู่ในเกณฑ์ดี นำชิ้นงานไปขัดมันตามใบงาน 2 ต่อไปได้

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

เฉลยใบงานที่ 10.2

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 1

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก LG

วัสดุ เหล็ก LG ขนาด 25 x 25 x 25 มม.

คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1.ขัดผิวชิ้นงานที่ผ่านการขัดหยาบมาแล้วด้วยผ้าขัดมัน DP-DUR และ DP-NAP ตามลำดับ

2. กัดกรด และส่องดูโครงสร้างจุลภาค

3. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้

4. สเกตช์หรือพิมพ์ภาพและวิเคราะห์ลงใบสรุป

5. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง

ขั้นตอนการทำงาน	วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์
1. เปิดสวิตช์เครื่องขัดมันและตั้งความเร็วรอบ	1. เครื่องขัดมัน
ประมาณ 300 รอบ/นาที	2. ผ้าขัดมัน DP-DUR และ DP-NAP
2. ใส่น้ำกลั่นลงไปที่ผ้าขัดเล็กน้อย	3. ผงขัดอะลูมินา 1 ไมครอน
3. ผสมผงขัดอะลูมินากับน้ำกลั่นให้เป็นครีม	4. น้ำกลั่น
4. ใส่ผงขัดที่ผสมน้ำกลั่นแล้วลงไปที่ผ้าขัด	5. แอลกอฮอล์
5.นำชิ้นงานที่ผ่านการขัดหยาบลงไปขัดที่ผ้า	6. เครื่องเป่าลมร้อน
ขัด DP-DUR และ DP-NAP ตามลำดับ	7. กรดไนตอล 3%
6. ล้างน้ำกลั่น ล้างแอลกอฮอล์และเป่าลมร้อน	8. กล้องจุลทรรศน์แบบแสง
7. นำไปกัดกรดไนตอล 3%	9. ถุงมือยาง
8. ล้างน้ำกลั่น ล้างแอลกอฮอล์และเป่าลมร้อน	
9. นำไปส่องกล้องดูโครงสร้างจุลภาค	

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

เฉลยใบตรวจงานที่ 10.2

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 1

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก LG

วัสดุ เหล็ก LG ขนาด 25 x 25 x 25 มม.

คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1. ขัดผิวชิ้นงานที่ผ่านการขัดหยาบมาแล้วด้วยผ้าขัดมัน DP-DUR และ DP-NAP ตามลำดับ
2. กัดกรด และส่องดูโครงสร้างจุลภาค
3. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
4. สเกตช์หรือพิมพ์ภาพและวิเคราะห์ลงใบสรุป
5. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติ		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. ผิวหน้าเงามันสะท้อนแสงได้ (มองด้วยสายตา)	√		
2. รอยขูดขีดที่ผิวหน้า (มองด้วยสายตา)	√		
3. หลังกัดกรด ดูความชัดเจนของโครงสร้าง ได้แก่			
3.1 ความชัดเจนบางส่วน (ใช้กล้องจุลทรรศน์)	√		
3.2 รอยขีดข่วน (ใช้กล้องจุลทรรศน์)	√		
3.3 ไม่ชัดเจนทั้งหน้า (ใช้กล้องจุลทรรศน์)	√		
4. เวลาที่ใช้ในการทำงาน	1.5 ชม.		
5. ความปลอดภัยในการทำงาน	√		

ผลการพิจารณา : ผ่าน ส่งครูประเมินผลรวม

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

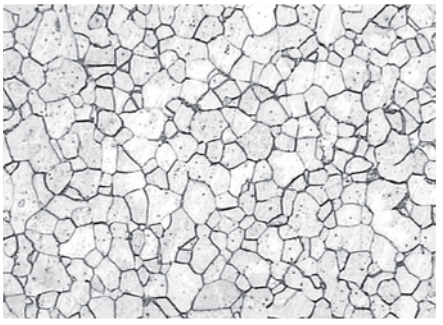
เฉลยใบสรุปวิเคราะห์โลหะจากภาพ

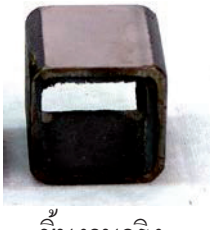
รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 1

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็ก LG

1. ภาพโครงสร้างจุลภาคที่ได้จากชิ้นงาน





ชิ้นงานจริง

2. วิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคโดยเปรียบเทียบกับภาพมาตรฐานจากหัวข้อ 10.3 การแปลความหมายโครงสร้าง (Interpretation)

พิจารณาจากภาพเปรียบเทียบกับภาพมาตรฐานจะเห็นว่า โครงสร้างจุลภาคเป็นเฟอร์ไรต์แทบทั้งหมด หมายความว่า เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำผ่านการรีดร้อน โดยมีส่วนผสมคาร์บอนประมาณ 0.05% มีสมบัติอ่อน เหนียว ไม่ตอบสนองต่อการชุบแข็ง

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

ใบประเมินผลการปฏิบัติงานโครงสร้างจุลภาคของเหล็ก LG

ชื่อนักศึกษา ..... **เลขที่** .....**ชั้น** ..... **กลุ่มที่**.....
แผนกช่าง ..... **ใบงานที่**.....
.....

ลำดับที่	จุดให้คะแนน	ผลงาน/ขนาด	คะแนน	ตัวคูณ	คะแนนรวม
1	ขนาดชิ้นงาน 25 ± 1 มม.	26	10	2	20
2	ความฉากของงาน	พอใช้	6	2	12
3	รอยขูดขีดที่ผิวหน้า (ดูจากกล้องฯ)	พอใช้	6	2	12
4	ความชัดเจนของโครงสร้าง (ดูจากกล้องฯ)	ดี	10	5	50
5	ความสะอาดเรียบร้อยในการทำงาน	ดี	10	3	30
6	การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องปลอดภัย	ดี	10	3	30
7	วิธีการทำงานหรือขั้นตอนการทำงาน	พอใช้	6	2	12
8	การทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	พอใช้	6	3	18
9	เวลาที่ใช้ในการทำงาน 4 ± 30 นาที	-15	10	2	20
		รวม		24	204

ผลคะแนนรวมที่ได้ $= \frac{204}{240} \times 100\% = 85\%$ **เกรด/ดัชนี :** **B**

เวลามาตรฐาน : 4 ชั่วโมง **เวลาในการทำงาน :** 3 ชั่วโมง 45 นาที

ผู้ตรวจ : .....

เฉลยใบงานที่ 10.3

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 2

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าก่อนเชื่อม

วัสดุ แผ่นเหล็กเชื่อม 18 ×28 หนา 9 มม. **คำสั่ง :** ให้นักศึกษา

1. เตรียมชิ้นงานให้ได้ขนาด
2. ขัดผิวชิ้นงานด้วยกระดาษทรายจากเบอร์ 150/240/400/600/800 ตามลำดับ
3. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
4. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง

ขั้นตอนการทำงาน	วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์
1. ตัดชิ้นงานและตะไบให้ได้ตามขนาด	1. ปากกาจับชิ้นงาน
2. ประกอบเครื่องขัดหยาบพร้อมเสียบปลั๊กให้	2. เลื่อยมือ
น้ำไหลวนตลอดเวลา	3. ใบเลื่อย 18 หรือ 24 ฟันนิ้ว
3. ติดตั้งกระดาษทรายบนแผ่นกระจก	4. ฟุตเหล็ก
4. ดำเนินการขัดหยาบโดยเริ่มจาก #150 /240/	5.เหล็กขีด
400/600/800 ตามลำดับ	6. ตะไบ
5. หลังจากขัดกระดาษทราย #800 ทำความ	7. เครื่องขัดหยาบ
สะอาดชิ้นงาน และนำส่งครูตรวจ	8. กระดาษทราย#150/240/400/600/800

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

เฉลยใบตรวจงานที่ 10.3

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 2

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าก่อนเชื่อม

วัสดุ แผ่นเหล็กเชื่อม 18 × 28 หนา 9 มม.

คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1. เตรียมชิ้นงานให้ได้ขนาด
2. ขัดผิวชิ้นงานด้วยกระดาษทรายจากเบอร์ 150/240/400/600/800 ตามลำดับ
3. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
4. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติ		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. การเตรียมชิ้นงานได้แก่			
1.1 ขนาดชิ้นงานได้ขนาด	√		
1.2 ชิ้นงานได้ฉาก (มองด้วยสายตา)	√		
1.3 ลบคมชิ้นงาน	√		
2. รอยขูดขีดที่ผิวหน้าและแนวขัดไปทางเดียวกัน	√		
3. เวลาที่ใช้ในการทำงาน	2 ชม.		
4. ความปลอดภัยในการทำงาน	√		

ผลการพิจารณา : ผ่านอยู่ในเกณฑ์ดี นำชิ้นงานไปขัดมันตามใบงาน 2 ต่อไปได้

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

เฉลยใบงานที่ 10.4

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 2

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าก่อนเชื่อม

วัสดุ แผ่นเหล็กเชื่อม 18 ×28 หนา 9 มม.

คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1. ขัดผิวชิ้นงานที่ผ่านการขัดหยาบมาแล้วด้วยผ้าขัดมัน DP-DUR และ DP-NAP ตามลำดับ
2. กัดกรด และส่องดูโครงสร้างจุลภาค
3. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
4. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง

ขั้นตอนการทำงาน	วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์
1. เปิดสวิตช์เครื่องขัดมันและตั้งความเร็วรอบ	1. เครื่องขัดมัน
ประมาณ 300 รอบ/นาที	2. ผ้าขัดมัน DP-DUR และ DP-NAP
2. ใส่น้ำกลั่นลงไปที่ผ้าขัดเล็กน้อย	3. ผงขัดอะลูมินา 1 ไมครอน
3. ผสมผงขัดอะลูมินากับน้ำกลั่นให้เป็นครีม	4. น้ำกลั่น
4. ใส่ผงขัดที่ผสมน้ำกลั่นแล้วลงไปที่ผ้าขัด	5. แอลกอฮอล์
5.นำชิ้นงานที่ผ่านการขัดหยาบลงไปขัดที่ผ้า	6. เครื่องเป่าลมร้อน
ขัด DP-DUR และ DP-NAP ตามลำดับ	7. กรดไนตอล 3%
6. ล้างน้ำกลั่น ล้างแอลกอฮอล์และเป่าลมร้อน	8. กล้องจุลทรรศน์แบบแสง
7. นำไปกัดกรดไนตอล 3%	9. ถุงมือยาง
8. ล้างน้ำกลั่น ล้างแอลกอฮอล์และเป่าลมร้อน	
9. นำไปส่องกล้องดูโครงสร้างจุลภาค	

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

เฉลยใบตรวจงานที่ 10.4

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 2

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าก่อนเชื่อม

วัสดุ แผ่นเหล็กเชื่อม 18 × 28 หนา 9 มม. **คำสั่ง :** ให้นักศึกษา

1. ขัดผิวชิ้นงานที่ผ่านการขัดหยาบมาแล้วด้วยผ้าขัดมัน DP-DUR และ DP-NAP ตามลำดับ
2. กัดกรด และส่องดูโครงสร้างจุลภาค
3. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
4. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติ		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. ผิวหน้าเงาเป็นมันสะท้อนแสงได้ (มองด้วยสายตา)	√		
2. รอยขูดขีดที่ผิวหน้า (มองด้วยสายตา)	√		
3. หลังกัดกรด ดูความชัดเจนของโครงสร้างได้แก่			
3.1 ความชัดเจนบางส่วน (ใช้กล้องจุลทรรศน์)	√		
3.2 รอยขีดข่วน (ใช้กล้องจุลทรรศน์)	√		
3.3 ไม่ชัดเจนทั้งหน้า (ใช้กล้องจุลทรรศน์)	√		
4. เวลาที่ใช้ในการทำงาน	3.5 ชม.		
5. ความปลอดภัยในการทำงาน	√		

ผลการพิจารณา : ผ่าน ส่งครูประเมินผลรวม

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

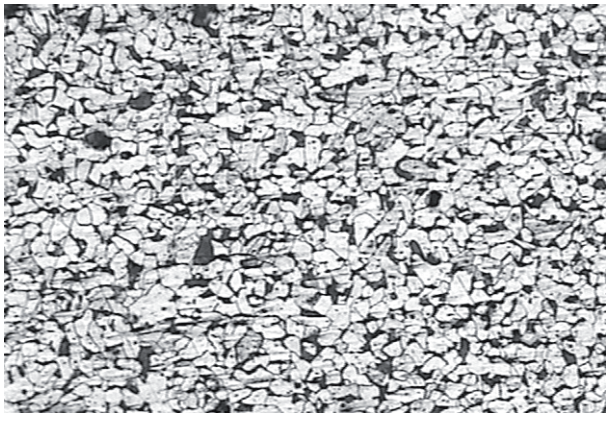
เฉลยใบงานสรุปวิเคราะห์โลหะจากภาพ

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 2

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าก่อนเชื่อม

1. ภาพโครงสร้างจุลภาคที่ได้จากชิ้นงาน



ชิ้นงานจริง

2. วิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคโดยเปรียบเทียบกับภาพมาตรฐานจากหัวข้อ 10.3 การแปลความหมายโครงสร้าง (Interpretation)

พิจารณาจากภาพเปรียบเทียบกับภาพมาตรฐานจะเห็นว่า โครงสร้างจุลภาคเป็นเฟอร์ไรต์ และเพิร์ลไลต์จำนวนน้อยหมายความว่า เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำผ่านการรีดร้อน โดยมีส่วนผสมคาร์บอนประมาณ 0.15% มีสมบัติอ่อน เหนียว ไม่ตอบสนองต่อการชุบแข็ง

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

ใบประเมินผลการปฏิบัติงานโครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าก่อนเชื่อม

ชื่อนักศึกษา ..... **เลขที่** .....**ชั้น** ..... **กลุ่มที่**.....
แผนกช่าง ..... **ใบงานที่**.....
.....

ลำดับที่	จุดให้คะแนน			ผลงาน/ขนาด	คะแนน	ตัวคูณ	คะแนนรวม
1	ขนาดชิ้นงาน	กว้าง	18 ± 2 มม.	19	10	2	20
		ยาว	28 ± 2 มม.	31	7	2	14
		หนา	9 ± 2 มม.	9	10	2	20
2	ความฉากของงาน			พอใช้	6	2	12
3	รอยขูดขีดที่ผิวหน้า (ดูจากกล้องฯ)			พอใช้	6	2	12
4	ความชัดเจนของโครงสร้าง (ดูจากกล้องฯ)			ดี	10	5	50
5	ความสะอาดเรียบร้อยในการทำงาน			ดี	10	3	30
6	การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องปลอดภัย			ดี	10	3	30
7	วิธีการทำงานหรือขั้นตอนการทำงาน			พอใช้	6	2	12
8	การทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน			พอใช้	6	3	18
9	เวลาที่ใช้ในการทำงาน 4 ± 30 นาที			-15	10	2	20
				รวม		28	238

ผลคะแนนรวมที่ได้ $= \frac{238}{280} \times 100\% = 85\%$ **เกรด/ดัชนี :** B

เวลามาตรฐาน : 4 ชั่วโมง **เวลาในการทำงาน :** 3 ชั่วโมง 45 นาที

ผู้ตรวจ : .....

เฉลยใบงานที่ 10.5

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 3

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าที่ผ่านการเชื่อม

วัสดุ แผ่นเหล็กเชื่อม 18 × 28 หนา 9 มม.
ลวดเชื่อมไฟฟ้าขนาด 2.6 มม.

คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1. เตรียมชิ้นงานให้ได้ขนาด
2. เชื่อมไฟฟ้ากระแสสลับบนแผ่นเหล็ก
3. ขัดผิวชิ้นงานด้วยกระดาษทรายจากเบอร์ 150/240/400/600/800 ตามลำดับ
4. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
5. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง

ขั้นตอนการทำงาน	วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์
1. ตัดชิ้นงาน เชื่อมและตะไบให้ได้ตามขนาด	1. ปากกาจับชิ้นงาน
2. ประกอบเครื่องขัดหยาบพร้อมเสียบปลั๊กให้	2. เลื่อยมือ
น้ำไหลวนตลอดเวลา	3. ใบเลื่อย 18 หรือ 24 ฟันนิ้ว
3. ติดตั้งกระดาษทรายบนแผ่นกระจก	4. ฟุตเหล็ก
4. ดำเนินการขัดหยาบโดยเริ่มจาก #150 /240/	5. เหล็กขีด
400/600/800 ตามลำดับ	6. ตะไบ
5. หลังจากขัดกระดาษทราย #800 ทำความ	7. เครื่องขัดหยาบ
สะอาดชิ้นงาน และนำส่งครูตรวจ	8. กระดาษทราย#150/240/400/600/800
	9. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
	10. ลวดเชื่อมไฟฟ้า ขนาด 2.6 มม.

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

เฉลยใบตรวจงานที่ 10.5

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 3

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าที่ผ่านการเชื่อม

วัสดุ แผ่นเหล็กเชื่อม 18 × 28 หนา 9 มม.
ลวดเชื่อมไฟฟ้าขนาด 2.6 มม.

คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1. เตรียมชิ้นงานให้ได้ขนาด
2. เชื่อมไฟฟ้ากระแสสลับบนแผ่นเหล็ก
3. ขัดผิวชิ้นงานด้วยกระดาษทรายจากเบอร์ 150/240/400/600/800 ตามลำดับ
4. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
5. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติ		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. การเตรียมชิ้นงานได้แก่			
1.1 ขนาดชิ้นงานได้ขนาด	√		
1.2 ชิ้นงานได้ฉาก (มองด้วยสายตา)	√		
1.3 ลบคมชิ้นงาน	√		
1.4 ความสะอาดของชิ้นงาน	√		
2. รอยขูดขีดที่ผิวหน้าและแนวขัดไปทางเดียวกัน	√		
3. เวลาที่ใช้ในการทำงาน	2.5 ชม.		
4. ความปลอดภัยในการทำงาน	√		

ผลการพิจารณา : ผ่านอยู่ในเกณฑ์ดี นำชิ้นงานไปขัดมันตามใบงาน 2 ต่อไปได้

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

เฉลยใบงานที่ 10.6

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 3

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าที่ผ่านการเชื่อม

วัสดุ แผ่นเหล็กเชื่อม 18 × 28 หนา 9 มม.
ลวดเชื่อมไฟฟ้าขนาด 2.6 มม

คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1.ขัดผิวชิ้นงานที่ผ่านการขัดหยาบมาแล้วด้วยผ้าขัดมัน DP-DUR และ DP-NAP ตามลำดับ

2. กัดกรด และส่องดูโครงสร้างจุลภาค

3. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้

4. สเกตช์หรือพิมพ์ภาพและวิเคราะห์ลงใบสรุป

5. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง

ขั้นตอนการทำงาน	วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์
1. เปิดสวิตช์เครื่องขัดมันและตั้งความเร็วรอบ	1. เครื่องขัดมัน
ประมาณ 300 รอบ/นาที	2. ผ้าขัดมัน DP-DUR และ DP-NAP
2. ใส่น้ำกลั่นลงไปที่ผ้าขัดเล็กน้อย	3. ผงขัดอะลูมินา 1 ไมครอน
3. ผสมผงขัดอะลูมินากับน้ำกลั่นให้เป็นครีม	4. น้ำกลั่น
4. ใส่ผงขัดที่ผสมน้ำกลั่นแล้วลงไปที่ผ้าขัด	5. แอลกอฮอล์
5. นำชิ้นงานที่ผ่านการขัดหยาบลงไปขัดที่ผ้า	6. เครื่องเป่าลมร้อน
ขัด DP-DUR และ DP-NAP ตามลำดับ	7. กรดไนตอล 3 %
6. ล้างน้ำกลั่น ล้างแอลกอฮอล์และเป่าลมร้อน	8. กล้องจุลทรรศน์แบบแสง
7. นำไปกัดกรดไนตอล 3%	9. ถุงมือยาง
8. ล้างน้ำกลั่น ล้างแอลกอฮอล์และเป่าลมร้อน	
9. นำไปส่องกล้องดูโครงสร้างจุลภาค	

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

เฉลยใบตรวจงานที่ 10.6

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 3

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าที่ผ่านการเชื่อม

วัสดุ แผ่นเหล็กเชื่อม 18 × 28 หนา 9 มม.
ลวดเชื่อมไฟฟ้าขนาด 2.6 มม

คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1.ขัดผิวชิ้นงานที่ผ่านการขัดหยาบมาแล้วด้วยผ้าขัดมัน DP-DUR และ DP-NAP ตามลำดับ

2. กัดกรด และส่องดูโครงสร้างจุลภาค

3. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้

4. สเกตช์หรือพิมพ์ภาพและวิเคราะห์ลงใบสรุป

5. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติ		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. ผิวหน้าเงาเป็นมันสะท้อนแสงได้ (มองด้วยสายตา)	√		
2. รอยขูดขีดที่ผิวหน้า (มองด้วยสายตา)	√		
3. หลังกัดกรด ดูความชัดเจนของโครงสร้างได้แก่			
3.1 ความชัดเจนบางส่วน (ใช้กล้องจุลทรรศน์)	√		
3.2 รอยขีดข่วน (ใช้กล้องจุลทรรศน์)	√		
3.3 ไม่ชัดเจนทั้งหน้า (ใช้กล้องจุลทรรศน์)	√		
4. เวลาที่ใช้ในการทำงาน	2 ชม.		
5. ความปลอดภัยในการทำงาน	√		

ผลการพิจารณา : ผ่าน ส่งครูประเมินผลรวม

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

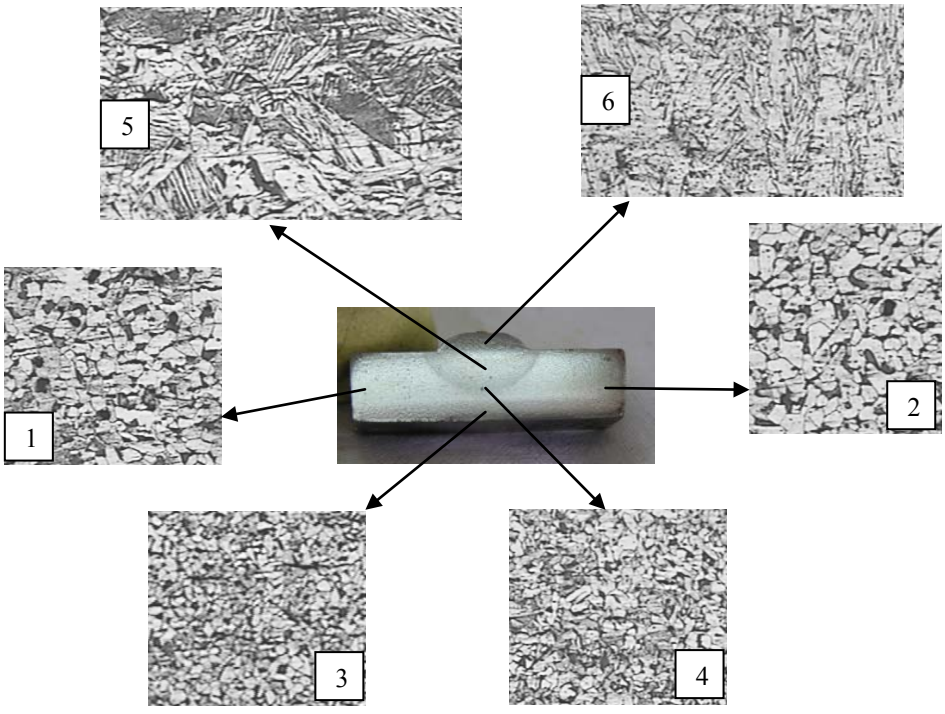
เฉลยใบงานสรุปวิเคราะห์โลหะจากภาพ

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 3

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าที่ผ่านการเชื่อม

1. ภาพโครงสร้างจุลภาคที่ได้จากชิ้นงาน



2. วิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคโดยเปรียบเทียบกับภาพมาตรฐานจากหัวข้อที่0 10.3 การแปลความหมายโครงสร้าง (Interpretation)

ภาพ 1 และ 2 เป็นบริเวณที่ไม่ได้รับผลกระทบจากความร้อน

ภาพ 3 และ 4 เป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบจะเห็นขนาดของเกรนที่เปลี่ยนแปลง

ภาพ 5 และ 6 เป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากความร้อนเกินมากจนเกรนโต

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

ใบประเมินผลการปฏิบัติงานโครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าที่ผ่านการเชื่อม

ชื่อนักศึกษา ..... **เลขที่** .....**ชั้น** ..... **กลุ่มที่**.....
แผนกช่าง ..... **ใบงานที่**.....
.....

ลำดับที่	**จุดให้คะแนน**			**ผลงาน/ขนาด**	**คะแนน**	**ตัวคูณ**	**คะแนนรวม**
1	ขนาดชิ้นงาน	กว้าง	18 ± 2 มม.	19	10	2	20
		ยาว	28 ± 2 มม.	31	7	2	14
		หนา	9 ± 2 มม.	9	10	2	20
2	ความฉากของงาน			พอใช้	6	2	12
3	รอยขูดขีดที่ผิวหน้า (ดูจากกล้องฯ)			พอใช้	6	2	12
4	ความชัดเจนของโครงสร้าง(ดูจากกล้องฯ)			ดี	10	5	50
5	ความสะอาดเรียบร้อยในการทำงาน			ดี	10	3	30
6	การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องปลอดภัย			ดี	10	3	30
7	วิธีการทำงานหรือขั้นตอนการทำงาน			พอใช้	6	2	12
8	การทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน			พอใช้	6	3	18
9	เวลาที่ใช้ในการทำงาน 4 ± 30 นาที			+30	10	2	20
				รวม		28	238

ผลคะแนนรวมที่ได้ $= \frac{238}{280} \times 100\% = 85\%$ **เกรด/ดัชนี :** B

เวลามาตรฐาน : 4 ชั่วโมง **เวลาในการทำงาน :** 4 ชั่วโมง 30 นาที

ผู้ตรวจ : .....

เฉลยใบงานที่ 10.7

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 4

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็กหล่อ

วัสดุ ปั๊มเบรกรถยนต์

คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1. เตรียมชิ้นงานให้ได้ขนาดพอเหมาะ
2. ขัดผิวชิ้นงานด้วยกระดาษทรายจากเบอร์ 150/240/400/600/800 ตามลำดับ
3. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
4. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง

ขั้นตอนการทำงาน	วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์
1. ตัดชิ้นงานและตะไบให้ได้ตามขนาด	1. ปากกาจับชิ้นงาน
2. ประกอบเครื่องขัดหยาบพร้อมเสียบปลั๊กให้	2. เลื่อยมือ
น้ำไหลวนตลอดเวลา	3. ใบเลื่อย 18 หรือ 24 ฟันนิ้ว
3. ติดตั้งกระดาษทรายบนแผ่นกระจก	4. ฟุตเหล็ก
4. ดำเนินการขัดหยาบโดยเริ่มจาก #150 /240/	5.เหล็กขีด
400/600/800 ตามลำดับ	6. ตะไบ
5. หลังจากขัดกระดาษทราย #800 ทำความ	7. เครื่องขัดหยาบ
สะอาดชิ้นงาน และนำส่งครูตรวจ	8. กระดาษทราย#150/240/400/600/800

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

เฉลยใบตรวจงานที่ 10.7

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 4

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็กหล่อ

วัสดุ ปั๊มเบรกรถยนต์

คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1. เตรียมชิ้นงานให้ได้ขนาดพอเหมาะ
2. ขัดผิวชิ้นงานด้วยกระดาษทรายจากเบอร์ 150/240/400/600/800 ตามลำดับ
3. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
4. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติ		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. การเตรียมชิ้นงานได้แก่			
1.1 ขนาดชิ้นงานให้จับขัดได้พอเหมาะ	√		
1.2 ชิ้นงานได้ฉาก (มองด้วยสายตา)	√		
1.3 ลบคมชิ้นงาน	√		
2. รอยขูดขีดที่ผิวหน้าและแนวขัดไปทางเดียวกัน	√		
3. เวลาที่ใช้ในการทำงาน	2 ชม.		
4. ความปลอดภัยในการทำงาน	√		

ผลการพิจารณา : ผ่านอยู่ในเกณฑ์ดี นำชิ้นงานไปขัดมันตามใบงาน 2 ต่อไปได้

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

เฉลยใบงานที่ 10.8

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 4

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็กหล่อ

วัสดุ ปั๊มเบรกรถยนต์

คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1.ขัดผิวชิ้นงานที่ผ่านการขัดหยาบมาแล้วด้วยผ้าขัดมัน DP-DUR และ DP-NAP ตามลำดับ

2. กัดกรด และส่องดูโครงสร้างจุลภาค

3. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้

4. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง

ขั้นตอนการทำงาน	วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์
1. เปิดสวิตช์เครื่องขัดมันและตั้งความเร็วรอบ	1. เครื่องขัดมัน
ประมาณ 300 รอบ/นาที	2. ผ้าขัดมัน DP-DUR และ DP-NAP
2. ใส่น้ำกลั่นลงไปที่ผ้าขัดเล็กน้อย	3. ผงขัดอะลูมินา 1 ไมครอน
3. ผสมผงขัดอะลูมินากับน้ำกลั่นให้เป็นครีม	4. น้ำกลั่น
4. ใส่ผงขัดที่ผสมน้ำกลั่นแล้วลงไปที่ผ้าขัด	5. แอลกอฮอล์
5.นำชิ้นงานที่ผ่านการขัดหยาบลงไปขัดที่ผ้า	6. เครื่องเป่าลมร้อน
ขัด DP-DUR และ DP-NAP ตามลำดับ	7. กรดไนตอล 3%
6. ล้างน้ำกลั่น ล้างแอลกอฮอล์และเป่าลมร้อน	8. กล้องจุลทรรศน์แบบแสง
7. นำไปกัดกรดไนตอล 3%	9. ถุงมือยาง
8. ล้างน้ำกลั่น ล้างแอลกอฮอล์และเป่าลมร้อน	
9. นำไปส่องกล้องดูโครงสร้างจุลภาค	

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

เฉลยใบตรวจงานที่ 10.8

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 4

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็กหล่อ

วัสดุ ปั๊มเบรกรถยนต์

คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1. ขัดผิวชิ้นงานที่ผ่านการขัดหยาบมาแล้วด้วยผ้าขัดมัน DP-DUR และ DP-NAP ตามลำดับ
2. กัดกรด และส่องดูโครงสร้างจุลภาค
3. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
4. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติ		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. ผิวหน้าเงาเป็นมันสะท้อนแสงได้ (มองด้วยสายตา)	√		
2. รอยขูดขีดที่ผิวหน้า (มองด้วยสายตา)	√		
3. หลังกัดกรด ดูความชัดเจนของโครงสร้างได้แก่			
3.1 ความชัดเจนบางส่วน (ใช้กล้องจุลทรรศน์)	√		
3.2 รอยขีดข่วน (ใช้กล้องจุลทรรศน์)	√		
3.3 ไม่ชัดเจนทั้งหน้า (ใช้กล้องจุลทรรศน์)	√		
4. เวลาที่ใช้ในการทำงาน	4 ชม.		
5. ความปลอดภัยในการทำงาน	√		

ผลการพิจารณา : ผ่าน

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

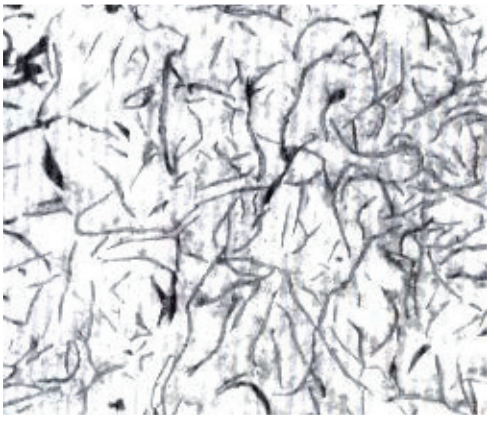
เฉลยใบงานสรุปวิเคราะห์โลหะจากภาพ

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 4

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของเหล็กหล่อ

1. ภาพโครงสร้างจุลภาคที่ได้จากชิ้นงาน



ชิ้นงานจริง

2. วิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคโดยเปรียบเทียบกับภาพมาตรฐานจากหัวข้อ 10.3 การแปลความหมายโครงสร้าง (Interpretation)

พิจารณาจากภาพจะเห็นว่าเป็นเหล็กหล่อเทามีโครงสร้างพื้นฐานเป็นเฟอร์ไรต์ มีคาร์บอนผสมอยู่ประมาณ 2 – 4%

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

ใบประเมินผลการปฏิบัติงานโครงสร้างจุลภาคของเหล็กหล่อ

ชื่อนักศึกษา ..... **เลขที่** .....**ชั้น** ..... **กลุ่มที่**.....
แผนกช่าง ..... **ใบงานที่**.....
.....

ลำดับที่	จุดให้คะแนน	ผลงาน/ขนาด	คะแนน	ตัวคูณ	คะแนนรวม
1	ขนาดชิ้นงานให้จับขัดได้พอเหมาะ	26	10	2	20
2	ความฉากของงาน	พอใช้	6	2	12
3	รอยขูดขีดที่ผิวหน้า (ดูจากกล้องฯ)	พอใช้	6	2	12
4	ความชัดเจนของโครงสร้าง (ดูจากกล้องฯ)	ดี	10	5	50
5	ความสะอาดเรียบร้อยในการทำงาน	ดี	10	3	30
6	การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องปลอดภัย	ดี	10	3	30
7	วิธีการทำงานหรือขั้นตอนการทำงาน	พอใช้	6	2	12
8	การทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	พอใช้	6	3	18
9	เวลาที่ใช้ในการทำงาน 4 ± 30 นาที	4 ชม.	10	2	20
		รวม		24	204

ผลคะแนนรวมที่ได้ $= \frac{204}{240} \times 100\% = 85\%$ **เกรด/ดัชนี :** **B**

เวลามาตรฐาน : 4 ชั่วโมง **เวลาในการทำงาน :** 4 ชั่วโมง

ผู้ตรวจ : .....

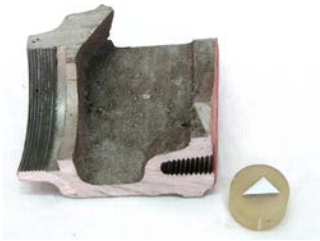
เฉลยใบงานที่ 10.9

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 5

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของอะลูมิเนียมหล่อ

วัสดุ ชิ้นงานอะลูมิเนียมหล่อ



คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1. ตัดชิ้นงานและทำการขึ้นเรือน
2. ขัดผิวชิ้นงานด้วยกระดาษทรายจากเบอร์ 150/240/400/600/800 ตามลำดับ
3. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
4. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 3 ชั่วโมง

ขั้นตอนการทำงาน	วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์
1. ตัดชิ้นงานและตะไบให้ได้ตามขนาด	1. ปากกาจับชิ้นงาน
2. ทำการขึ้นเรือนเพื่อจับชิ้นงาน	2. เลื่อยมือ
3. ประกอบเครื่องขัดหยาบพร้อมเสียบปลั๊กให้	3. ใบเลื่อย 18 หรือ 24 ฟันนิ้ว
น้ำไหลวนตลอดเวลา	4. ฟุตเหล็ก
4. ติดตั้งกระดาษทรายบนแผ่นกระจก	5.เหล็กขีด
5. ดำเนินการขัดหยาบโดยเริ่มจาก #150 /240/	6. ตะไบ
400/600/800 ตามลำดับ	7. เครื่องขัดหยาบ
6. หลังจากขัดกระดาษทราย #800 ทำความ	8. กระดาษทราย#150/240/400/600/800
สะอาดชิ้นงาน และนำส่งครูตรวจ	9. ชุดอุปกรณ์ขึ้นเรือน (ถ้วยยาง/เรซิน/ถ้วย
	ตวง/ไม้กวน/ฮาดเดนเนอร์)

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

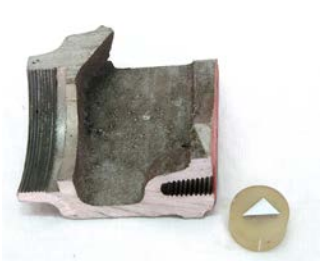
เฉลยใบตรวจงานที่ 10.9

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 5

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของอะลูมิเนียมหล่อ

วัสดุ ชิ้นงานอะลูมิเนียมหล่อ



คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1. ตัดชิ้นงานและทำการขึ้นเรือน
2. ขัดผิวชิ้นงานด้วยกระดาษทรายจากเบอร์ 150/240/400/600/800 ตามลำดับ
3. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
4. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 3 ชั่วโมง

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติ		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. การเตรียมชิ้นงานได้แก่			
1.1 ขนาดชิ้นงาน (มองด้วยสายตา)	√		
1.2 ชิ้นงานได้ฉาก (มองด้วยสายตา)	√		
2. รอยขูดขีดที่ผิวหน้าและแนวขัดไปทางเดียวกัน	√		
3. เวลาที่ใช้ในการทำงาน	3 ชม.		
4. ความปลอดภัยในการทำงาน	√		

ผลการพิจารณา : ผ่านอยู่ในเกณฑ์ดี นำชิ้นงานไปขัดมันตามใบงาน 2 ต่อไปได้

ชื่อนักศึกษา : ……. **ผู้ควบคุม :** ……

ห้อง/ชั้น : ……. **วันที่** : ……

เฉลยใบงานที่ 10.10

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 5

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของอะลูมิเนียมหล่อ

วัสดุ ชิ้นงานอะลูมิเนียมหล่อ

คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1. ขัดผิวชิ้นงานที่ผ่านการขัดหยาบมาแล้วด้วยผ้าขัดมัน DP-DUR และ DP-NAP ตามลำดับ
2. กัดกรด และส่องดูโครงสร้างจุลภาค
3. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
4. สเกตช์หรือพิมพ์ภาพและวิเคราะห์ลงใบสรุป
5. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 1 ชั่วโมง

ขั้นตอนการทำงาน	วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์
1. เปิดสวิตช์เครื่องขัดมันและตั้งความเร็วรอบ	1. เครื่องขัดมัน
ประมาณ 300 รอบ/นาที	2. ผ้าขัดมัน DP-DUR และ DP-NAP
2. ใส่น้ำกลั่นลงไปที่ผ้าขัดเล็กน้อย	3. ผงขัดอะลูมินา 1 ไมครอน
3. ผสมผงขัดอะลูมินากับน้ำกลั่นให้เป็นครีม	4. น้ำกลั่น
4. ใส่ผงขัดที่ผสมน้ำกลั่นแล้วลงไปที่ผ้าขัด	5. เครื่องเป่าลมร้อน
5.นำชิ้นงานที่ผ่านการขัดหยาบลงไปขัดที่ผ้า	6. น้ำกลั่น 75 มล. กรดไนตริกเข้มข้น 25 มล.
ขัด DP-DUR และ DP-NAP ตามลำดับ	7. กล้องจุลทรรศน์แบบแสง
6. ล้างน้ำกลั่น ล้างแอลกอฮอล์และเป่าลมร้อน	8. ถุงมือยาง
7. นำไปกัดกรด	9. แอลกอฮอล์
8. ล้างน้ำกลั่น ล้างแอลกอฮอล์และเป่าลมร้อน	
9. นำไปส่องกล้องดูโครงสร้างจุลภาค	

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

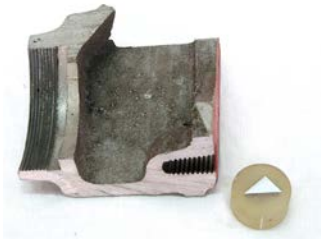
เฉลยใบตรวจงานที่ 10.10

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 5

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของอะลูมิเนียมหล่อ

วัสดุ ชิ้นงานอะลูมิเนียมหล่อ



คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1. ขัดผิวชิ้นงานที่ผ่านการขัดหยาบมาแล้วด้วยผ้าขัดมัน DP-DUR และ DP-NAP ตามลำดับ
2. กัดกรด และส่องดูโครงสร้างจุลภาค
3. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
4. สเกตช์หรือพิมพ์ภาพและวิเคราะห์ลงใบสรุป
5. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 1 ชั่วโมง

จุดพิจารณา	ผลการปฏิบัติ		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. ผิวหน้าเงาเป็นมันสะท้อนแสงได้ (มองด้วยสายตา)	√		
2. รอยขูดขีดที่ผิวหน้า (มองด้วยสายตา)	√		
3. หลังกัดกรด ดูความชัดเจนของโครงสร้างได้แก่			
3.1 ความชัดเจนบางส่วน (ใช้กล้องจุลทรรศน์)	√		
3.2 รอยขีดข่วน (ใช้กล้องจุลทรรศน์)	√		
3.3 ไม่ชัดเจนทั้งหน้า (ใช้กล้องจุลทรรศน์)	√		
4. เวลาที่ใช้ในการทำงาน	1 ชม.		
5. ความปลอดภัยในการทำงาน	√		

ผลการพิจารณา : ผ่าน ส่งครูประเมินผลรวม

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

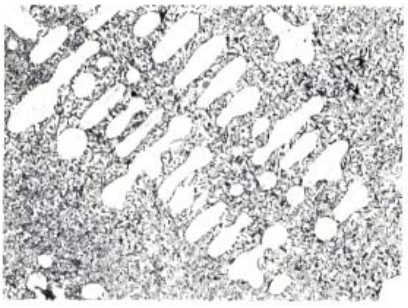
เฉลยใบงานสรุปวิเคราะห์โลหะจากภาพ

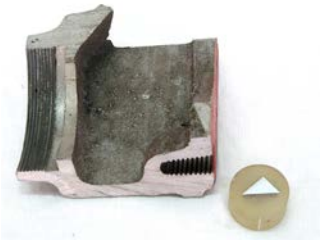
รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค 5

ชื่องาน : โครงสร้างจุลภาคของอะลูมิเนียมหล่อ

1. ภาพโครงสร้างจุลภาคที่ได้จากชิ้นงาน





ชิ้นงานจริง

2. วิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคโดยเปรียบเทียบกับภาพมาตรฐานจากหัวข้อ 10.3 การแปลความหมายโครงสร้าง (Interpretation)

115

Aluminium Alloy Casting-3A

Casting Structure

Structure :	White crystals are primary Al solid solution. fine parts are Al+Si eutectic.
Magnification :	×150
Etching reagent :	10% NaOH (70°C) aq., (30~50sec)
Composition :	Si 10.0% ~13.0% Al the rest JIS AC 3 A (Silumin)
Treatment :	As cast in metal
Mechanical properties :	(Metal mould) Tensile strength 18kgf/mm² over, Elongaation 5% over, Hardness H_B about 50

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

ใบประเมินผลการปฏิบัติงานโครงสร้างจุลภาคของอะลูมิเนียมหล่อ

ชื่อนักศึกษา ..... **เลขที่** .....**ชั้น** ..... **กลุ่มที่**.....
แผนกช่าง ..... **ใบงานที่**.....
.....

ลำดับที่	จุดให้คะแนน	ผลงาน/ขนาด	คะแนน	ตัวคูณ	คะแนนรวม
1	ขนาดชิ้นงาน (ดูความเรียบร้อย)	ดี	10	2	20
2	ความฉากของงาน	พอใช้	6	2	12
3	รอยขูดขีดที่ผิวหน้า (ดูจากกล้องฯ)	พอใช้	6	2	12
4	ความชัดเจนของโครงสร้าง (ดูจากกล้องฯ)	ดี	10	5	50
5	ความสะอาดเรียบร้อยในการทำงาน	ดี	10	3	30
6	การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องปลอดภัย	ดี	10	3	30
7	วิธีการทำงานหรือขั้นตอนการทำงาน	พอใช้	6	2	12
8	การทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน	พอใช้	6	3	18
9	เวลาที่ใช้ในการทำงาน 4 ± 30 นาที	4 ชม.	10	2	20
		รวม		24	204

ผลคะแนนรวมที่ได้ $= \frac{204}{240} \times 100\% = 85\%$ **เกรด/ดัชนี : B**

เวลามาตรฐาน : 4 ชั่วโมง **เวลาในการทำงาน :** 4 ชั่วโมง

ผู้ตรวจ : .....

ใบงานที่ 11.1

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบความแข็ง 1

ชื่องาน : การทดสอบความแข็งของวัสดุต่างชนิดกัน

วัสดุ 1. มีดกลึง
2. อะลูมิเนียมหล่อ
3. เหล็กกล้าไร้สนิม

คำสั่ง : ให้นักศึกษา
1. ให้หาค่าความแข็งของวัสดุทั้ง 3 ชนิด
2. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
3. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 4 ชั่วโมง

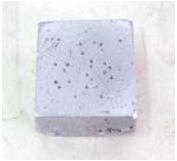
ขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์
1. ถอดผ้าคลุมและต่อสายไฟเข้าเครื่องทดสอบ	1. เครื่องทดสอบความแข็งแบบร็อกเวลล์
2. ประกอบแท่นรองรับชิ้นงาน หัวกด และ	2. หัวกดลูกบอลเหล็กกล้า
วางชิ้นงานทดสอบให้เรียบร้อย	3. หัวกดเพชรรูปกรวย
3. เปิดสวิตช์ให้ไฟเข้าเครื่องทดสอบ	4. แท่นรองรับชิ้นงานแบน
4. หมุนมือหมุนให้ชิ้นงานทดสอบไปหาหัวกด	
เพื่อดำเนินการทดสอบหาค่าความแข็ง	
5. ทำการทดสอบ 3 ครั้งต่อวัสดุหนึ่งชนิด และ	
หาค่าเฉลี่ยของความแข็ง	
6. ทำการทดสอบวัสดุชิ้นที่ 2 และ 3 ต่อไป	
7. ทำความสะอาดเครื่องทดสอบ และบริเวณที่	
ทำการทดสอบ	
8. ก่อนปฏิบัติต้องศึกษา	

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

ใบตรวจงานที่ 11.1

มีดกลึง



อะลูมิเนียมหล่อ

เหล็กกล้าไร้สนิม

		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1. มีดกลึง	HRA	84	83	83.5	83.5
	HRC	65	63.5	64.5	64.9
2. อะลูมิเนียมหล่อ	HRB	43.5	43.5	42.5	43.16
3. เหล็กกล้าไร้สนิม	HRB	79	78	79	78.66

สรุปผลการทดสอบ : มีดกลึงมีความแข็งมากที่สุดไม่สามารถทดสอบด้วยหัวกดลูกบอลเหล็กกล้าได้เพราะจะทำให้หัวกดเสียหาย ส่วนเหล็กกล้าไร้สนิมมีความแข็งมากกว่าอะลูมิเนียมหล่อ

จุดพิจารณา	**ผลการปฏิบัติ**		**หมายเหตุ**
	ผ่าน	**ไม่ผ่าน**	
1. ค่าความแข็ง	√		
2. ขั้นตอนการทำงาน	√		
3. การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์	√		
4. เวลาที่ใช้ในการทำงาน	√		
5. ความปลอดภัยในการทำงาน	√		

ผลการพิจารณา : ผ่าน

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่ :** .....

ใบประเมินผลการทดสอบความแข็งของวัสดุต่างชนิดกัน

ชื่อนักศึกษา ..... **เลขที่** .....**ชั้น** ..... **กลุ่มที่**.....
แผนกช่าง ..... **ใบงานที่**.....
.....

ลำดับที่	**จุดให้คะแนน**			**ผลงาน/ขนาด**	**คะแนน**	**ตัวคูณ**	**คะแนนรวม**
1	ความถูกต้องของค่าความแข็ง	HRA	84 ± 2	85	10	5	50
		HRC	65 ± 2	68	7	5	35
		HRB	43 ± 2	41	10	5	50
		HRB	79 ± 2	80	10	5	50
2	วิธีการทำงาน หรือขั้นตอนการทำงาน			พอใช้	6	5	30
3	การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ถูกต้องปลอดภัย			ดี	10	3	30
4	ความสะอาดเรียบร้อยในการทำงาน			ดี	10	2	20
5	การทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน			พอใช้	6	2	12
6	เวลาที่ใช้ในการทำงาน4 ± 30 นาที			+15	10	2	20
				รวม		34	297

ผลคะแนนรวมที่ได้ $= \frac{297}{340} \times 100\% = 87.35\%$ **เกรด/ดัชนี B**

เวลามาตรฐาน : 4 ชั่วโมง **เวลาในการทำงาน :** 4 ชั่วโมง 15 นาที

ผู้ตรวจ : ……..

ใบงานที่ 11.2

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบความแข็ง 2

ชื่องาน : การทดสอบความแข็งเหล็กกล้าคาร์บอน(งานแบน)

วัสดุ 1. เหล็กกล้าคาร์บอนจำนวน 5 ชิ้น

คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1. ให้หาค่าความแข็งของวัสดุทั้ง 5 ชนิด
2. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
3. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 4 ชั่วโมง

ขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์
1. ถอดผ้าคลุมและต่อสายไฟเข้าเครื่องทดสอบ	1. เครื่องทดสอบความแข็งแบบร็อกเวลล์
2. ประกอบแท่นรองรับชิ้นงาน หัวกด และ	2. หัวกดลูกบอลเหล็กกล้า
วางชิ้นงานทดสอบให้เรียบร้อย	3. หัวกดเพชรรูปกรวย
3. เปิดสวิตช์ให้ไฟเข้าเครื่องทดสอบ	4. แท่นรองรับชิ้นงานแบน
4. หมุนมือหมุนให้ชิ้นงานทดสอบไปหาหัวกด	
เพื่อดำเนินการทดสอบหาค่าความแข็ง	
5. ทำการทดสอบ 3 ครั้งต่อชิ้นงานหนึ่งชิ้น	
และหาค่าเฉลี่ยของความแข็ง	
6. ทำการทดสอบชิ้นงานที่ 2 ถึง 5 ต่อไป	
7. ทำความสะอาดเครื่องทดสอบ และบริเวณที่	
ทำการทดสอบ	
8. ก่อนปฏิบัติต้องศึกษา …….	

ชื่อนักศึกษา : ……. **ผู้ควบคุม :** ……

ห้อง/ชั้น : ……. **วันที่** : ……

ใบตรวจงานที่ 11.2

		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1. ชิ้นงานที่ 1 (ตอก 1 จุด)	HRB	94	93	93	93
2. ชิ้นงานที่ 2 (ตอก 1 จุด)	HRB	92	92.5	92.5	92
3. ชิ้นงานที่ 3 (ตอก 1 จุด)	HRB	94.5	92.5	94	94
4. ชิ้นงานที่ 4 (ตอก 1 จุด)	HBC	38	37.5	38.5	38
5. ชิ้นงานที่ 5 (ตอก 1 จุด)	HRB	93	92.5	95	94

สรุปผลการทดสอบ: จากค่าความแข็งที่ปรากฏจะเห็นว่า ชิ้นงานที่ 1 2 3 และ 5 น่าจะเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนประเภทเดียวกัน ส่วนชิ้นงานที่ 4 เป็นเหล็กกล้าที่ผ่านการชุบแข็งมา

จุดพิจารณา	**ผลการปฏิบัติ**		**หมายเหตุ**
	ผ่าน	**ไม่ผ่าน**	
1. ค่าความแข็ง	√		
2. ขั้นตอนการทำงาน	√		
3. การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์	√		
4. เวลาที่ใช้ในการทำงาน	√		
5. ความปลอดภัยในการทำงาน	√		

ผลการพิจารณา : ผ่าน

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่ :** .....

ใบประเมินผลการทดสอบความแข็งเหล็กกล้าคาร์บอน (งานแบน)

ชื่อนักศึกษา ..... **เลขที่** .....**ชั้น** ..... **กลุ่มที่**.....
แผนกช่าง ..... **ใบงานที่**.....
.....

ลำดับที่	**จุดให้คะแนน**			**ผลงาน/ขนาด**	**คะแนน**	**ตัวคูณ**	**คะแนนรวม**
1	ความถูกต้องของค่าความแข็ง	ชิ้นที่ 1	93 ± 2	96	7	5	35
		ชิ้นที่ 2	92 ± 2	92	10	5	50
		ชิ้นที่ 3	94 ± 2	93	10	5	50
		ชิ้นที่ 4	38 ± 2	39	10	5	50
		ชิ้นที่ 5	94 ± 2	95	10	5	50
2	วิธีการทำงาน หรือขั้นตอนการทำงาน			ดี	10	5	50
3	การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ถูกต้องปลอดภัย			ดี	10	3	30
4	ความสะอาดเรียบร้อยในการทำงาน			ดี	10	2	20
5	การทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน			ดี	10	2	20
6	เวลาที่ใช้ในการทำงาน4 ± 30 นาที			+15	10	2	20
				รวม		39	375

ผลคะแนนรวมที่ได้ $= \frac{375}{390} \times 100\% = 96.15\%$ **เกรด/ดัชนี : A**

เวลามาตรฐาน : 4 ชั่วโมง **เวลาในการทำงาน :** 4 ชั่วโมง 15 นาที

ผู้ตรวจ : ……

ใบงานที่ 11.3

รายวิชา : 3100 – 0111 โลหะวิทยา

ชื่อหน่วยงาน : ปฏิบัติการตรวจสอบความแข็ง 3

ชื่องาน : การทดสอบความแข็งเหล็กกล้าคาร์บอน(งานกลม)

วัสดุ 1. เหล็กกล้าคาร์บอนจำนวน 3 ชิ้น

คำสั่ง : ให้นักศึกษา

1. ให้หาค่าความแข็งของวัสดุทั้ง 3 ชนิด
2. เขียนขั้นตอนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้
3. ใช้เวลาฝึกปฏิบัติไม่ควรเกิน 4 ชั่วโมง

ขั้นตอนการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์
1. ถอดผ้าคลุมและต่อสายไฟเข้าเครื่องทดสอบ	1. เครื่องทดสอบความแข็งแบบร็อกเวลล์
2. ประกอบแท่นรองรับชิ้นงาน หัวกด และ	2. หัวกดเพชรรูปกรวย
วางชิ้นงานทดสอบให้เรียบร้อย	3. แท่นรองรับชิ้นงานกลม
3. เปิดสวิตช์ให้ไฟเข้าเครื่องทดสอบ	
4. หมุนมือหมุนให้ชิ้นงานทดสอบไปหาหัวกด	
เพื่อดำเนินการทดสอบหาค่าความแข็ง	
5. ทำการทดสอบ 3 ครั้งต่อวัสดุหนึ่งชนิด และ	
หาค่าเฉลี่ยของความแข็ง	
6. ทำการทดสอบวัสดุชิ้นที่ 2 และ 3 ต่อไป	
7. ทำความสะอาดเครื่องทดสอบ และบริเวณที่	
ทำการทดสอบ	
8. ก่อนปฏิบัติต้องศึกษา	

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่** : .....

ใบตรวจงานที่ 11.3

ชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน 2 ชิ้นงาน 3

		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1. ชิ้นงานที่ 1 (ไม่มีอักษร)	HRC	28	28.5	29	29
2. ชิ้นงานที่ 2 (ตอก O)	HRC	14.5	12	14	14
3. ชิ้นงานที่ 3 (ตอก W)	HRC	19	20.5	21	20

สรุปผลการทดสอบ : ชิ้นงานที่ 1 มีความแข็งมากที่สุด รองลงมาคือชิ้นงานที่ 3 ส่วนชิ้นงานที่ 2 มีความแข็งน้อยที่สุดในชิ้นงานจำนวน 3 ชิ้น

จุดพิจารณา	**ผลการปฏิบัติ**		**หมายเหตุ**
	ผ่าน	**ไม่ผ่าน**	
1. ค่าความแข็ง	√		
2. ขั้นตอนการทำงาน	√		
3. การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์	√		
4. เวลาที่ใช้ในการทำงาน	√		
5. ความปลอดภัยในการทำงาน	√		

ผลการพิจารณา : ผ่าน

ชื่อนักศึกษา : ..... **ผู้ควบคุม :** .....

ห้อง/ชั้น : ..... **วันที่ :** .....

ใบประเมินผลการทดสอบความแข็งเหล็กกล้าคาร์บอน(งานกลม)

ชื่อนักศึกษา ..... **เลขที่** .....**ชั้น** ..... **กลุ่มที่**.....
แผนกช่าง ..... **ใบงานที่**.....
.....

ลำดับที่	จุดให้คะแนน			ผลงาน/ขนาด	คะแนน	ตัวคูณ	คะแนนรวม
1	ความถูกต้องของค่าความแข็ง	ชิ้นที่ 1	29 ± 2	32	7	5	35
		ชิ้นที่ 2	14 ± 2	12	7	5	35
		ชิ้นที่ 3	20 ± 2	23	7	5	35
2	วิธีการทำงาน หรือขั้นตอนการทำงาน			พอใช้	6	5	30
3	การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ถูกต้องปลอดภัย			พอใช้	6	3	18
4	ความสะอาดเรียบร้อยในการทำงาน			พอใช้	6	2	12
5	การทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน			พอใช้	6	2	12
6	เวลาที่ใช้ในการทำงาน4 ± 30 นาที			+15	10	2	20
				รวม		29	197

ผลคะแนนรวมที่ได้ $= \frac{197}{290} \times 100\% = 67.9\%$ **เกรด/ดัชนี : C**

เวลามาตรฐาน : 4 ชั่วโมง **เวลาในการทำงาน :** 4 ชั่วโมง 15 นาที

ผู้ตรวจ : .....

แบบทดสอบ

วิชาโลหะวิทยา

บทที่ 1 สมบัติของวัสดุ

1. สมบัติของวัสดุหมายถึงอะไร

ก. สมบัติที่สามารถตรวจสอบได้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ

ข. ลักษณะประจำของวัสดุ เช่น สี ความแข็ง จุดหลอมเหลว เป็นต้น

ค. ความสามารถของสารในการเกิดเป็นสารใหม่

ง. ความสามารถของวัสดุที่นำไปใช้งาน

2. ความแข็งแรง จุดหลอมเหลว สี จัดเป็นสมบัติของวัสดุทางด้านใด

ก. สมบัติทางกายภาพ

ข. สมบัติทางกล

ค. สมบัติทางเคมี

ง. สมบัติทางการใช้งาน

3. ข้อใดเป็นความหมายสมบัติทางกลของวัสดุ

ก. ลักษณะพฤติกรรมของวัสดุที่แสดงออกมาเมื่อได้รับความร้อนจากภายนอก

ข. ความแข็งแรงในการนำวัสดุไปใช้งาน

ค. ความสามารถของวัสดุในการทนต่อการกัดกร่อนจากบรรยากาศ

ง. ลักษณะพฤติกรรมของโลหะที่แสดงออกมาเมื่อได้รับแรงจากภายนอก

4. เหล็กซึ่งทิ้งไว้ในบรรยากาศและเกิดการผุกร่อนจัดเป็นสมบัติทางด้านใด

ก. สมบัติทางกายภาพ ข. สมบัติทางกล

ค. สมบัติทางเคมี ง. สมบัติทางคงทนต่อบรรยากาศ

5. ความแข็งแรง ความแข็ง ความเหนียว จัดเป็นสมบัติทางด้านใดของวัสดุ

ก. สมบัติทางกายภาพ

ข. สมบัติทางกล

ค. สมบัติทางเคมี

ง. สมบัติทางการใช้งานด้านวิศวกรรม

6. อัตราส่วนระหว่างแรงที่มากระทำกับวัสดุต่อพื้นที่หน้าตัดของวัสดุที่ถูกแรงกระทำเป็นการหาอะไรของวัสดุ

ก. ความเครียด ข. ความเค้น

ค. ความเหนียว ง. ความแข็ง

7. ข้อใดหมายถึงความเครียด

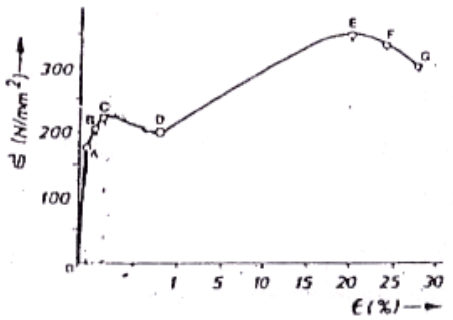
ก. อัตราส่วนระหว่างแรงที่มากระทำกับวัสดุต่อความยาวเดิม

ข. อัตราส่วนระหว่างแรงที่มากระทำกับวัสดุต่อความยาวที่เปลี่ยนไป

ค. อัตราส่วนระหว่างความยาวที่เปลี่ยนไปต่อแรงที่มากระทำ

ง. อัตราส่วนระหว่างความยาวที่เปลี่ยนไปต่อความยาวเดิม

จากรูป จงตอบคำถามข้อ 8-12



8. ข้อใดเป็นช่วงที่ความเค้นเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเครียด

ก. OA ข. OB

ค. BC ง. CD

9. ข้อใดเป็นจุดสุดท้ายที่ความยาวของวัสดุจะกลับมาเท่าเดิมได้ก่อนรับแรง

ก. A ข. B

ค. C ง. D

10. จุด C หมายถึงอะไร

ก. จุดที่ชิ้นงานยืดออกแล้วเมื่อปล่อยแรงวัสดุจะกลับสู่สภาพเดิม

ข. จุดที่ชิ้นงานยืดออกแล้วเมื่อปล่อยแรงวัสดุจะไม่กลับสู่สภาพเดิม

ค. จุดขาด

ง. จุดพิกัดความเป็นสัดส่วน

11. จุดที่มีความเค้นสูงสุดคือจุดใด

ก. จุด C ข. จุด D ค. จุด E ง. จุด G

12. จุด G หมายถึงอะไร

ก. จุดที่วัสดุกลับสู่สภาพเดิมได้ ข. จุดคราก

ค. จุดที่การเปลี่ยนรูปแบบยืดหยุ่น ง. จุดขาด

13. อนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุที่ยังคงแสดงสมบัติของธาตุนั้นๆ ได้หมายถึงอะไร

ก. สสาร ข. โมเลกุล ค. นิวเคลียส ง. อะตอม

14. ภายในนิวเคลียสจะมีอนุภาคที่สำคัญอยู่ 2 ชนิดได้แก่อะไร

ก. อิเล็กตรอนกับโปรตอน

ข. โปรตอนกับนิวตรอน

ค. นิวตรอนกับอิเล็กตรอน

ง. โปรตอนกับอะตอม

15. อนุภาคที่อยู่รอบๆ นิวเคลียสของอะตอมคืออนุภาคอะไร

ก. โปรตอน ข. นิวตรอน ค. อิเล็กตรอน ง. โมเลกุล

16. จากตารางการอยู่ของอิเล็กตรอนด้านล่าง ธาตุในข้อใดที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุดเท่ากับ 2

Sodium	Na	11	2	8	1
Magnesium	Mg	12	2	8	2
Aluminum	Al	13	2	8	3
Chlorine	Cl	17	2	8	7
Argon	Ar	18	2	8	8

ก. Na ข. Mg ค. Al ง. ไม่มีข้อใดถูก

17. จากตารางธาตุด้านล่าง ข้อใดเป็นธาตุโลหะทั้งหมด

1 H																2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 w	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Ung	105 Ump	106 Unh	107 ...		109 ...									

ก. Fe Bi N Cd ข. Fe Cl Au Cd

ค. Sn Bi Cr Ti ง. ไม่มีข้อใดถูก

18. ข้อใดเป็นความหมายของคำว่าพันธะเคมีระหว่างอะตอม

ก. นิวตรอนและอิเล็กตรอนของแต่ละอะตอมจะดึงดูดซึ่งกันและกัน

ข. แรงยึดเหนี่ยวที่แข็งแรงของอะตอมทั้ง 2 อะตอม

ค. แรงยึดเหนี่ยวที่ทำให้เกิดประจุไฟฟ้า

ง. เป็นการรวมตัวให้เกิดโมเลกุล

19. แรงยึดเหนี่ยวกันระหว่างประจุที่ตรงข้ามกันโดยส่งผ่านอิเล็กตรอนให้แก่อะตอมอีกตัวหนึ่งคือพันธะแบบใด

ก. พันธะไอออนิก

ข. พันธะโคเวเลนซ์

ค. พันธะโลหะ

ง. พันธะเคมี

20. พันธะที่ใช้อิเล็กตรอนร่วมกันรอบนอกเป็นคู่ๆ กับอะตอมอื่นเพื่อให้มีอิเล็กตรอนวงนอกสุดครบแปดเราเรียกว่าพันธะแบบใด

ก. พันธะไอออนิก

ข. พันธะโคเวเลนซ์

ค. พันธะโลหะ

ง. พันธะเคมี

21. พันธะโลหะมีความแตกต่างจากพันธะไอออนิกและโคเวเลนซ์ในข้อใด

ก. มีความแข็งแรงน้อย

ข. มีกลุ่มโปรตอนอิสระเคลื่อนที่ได้

ค. มีกลุ่มอิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ได้

ง. มีกลุ่มนิวตรอนเคลื่อนที่ได้

บทที่ 2 กระบวนการแข็งตัวของโลหะ

22. ข้อใดเป็นขั้นตอนการเกิดเกรนที่ถูกต้อง

ก. เกิดนิวเคลียส → เติบโตแบบเดนไดรต์ → แต่ละผลึกแข็งตัวมาชวนกัน

ข. เกิดเดนไดรต์ → นิวเคลียส → แต่ละผลึกแข็งตัวมาชนกัน

ค. เกิดอะตอม → เติบโตแบบเดนไดรต์ → นิวเคลียส

ง. เกิดนิวเคลียส → แต่ละผลึกแข็งตัวมาชนกัน → เติบโตแบบเดนไดรต์

23. ถ้านับจำนวนเกรนต่อพื้นที่หนึ่งตารางนิ้วได้ 62-69 เกรนแสดงว่าวัสดุนั้นมี ขนาดของเกรนเบอร์อะไร (ดูตารางที่กำหนดให้)

ASTM Grain Sizes

Grain-size no.	Nominal number of grains: Per sq mm at 1×	Nominal number of grains: Per sq in at 100×
1	15.5	1.0
2	31.0	2.0
3	62.0	4.0
4	124	8.0
5	248	16.0
6	496	32.0
7	992	64.0
8	1980	128
9	3970	256
10	7940	512

ก. เบอร์ 3 ข. เบอร์ 7 ค. เบอร์ 8 ง. ไม่มีข้อใดถูก

24. ในกรณีโลหะหลอมเหลวเย็นตัวอย่างช้าๆ โดยเกรนมีลักษณะยาวและหยาบพุ่งเข้าหาศูนย์กลางของแบบหล่อเราเรียกว่าเกรนอะไร

ก. อิควิแอกซ์

ข. เกรนยาว

ค. เกรนละเอียด

ง. เกรนผสม

25. เกรนที่เกิดจากผลึกโตในทุกทิศทางและมักจะเกิดใกล้ผนังของแบบหล่อจะเป็นเกรนแบบใด

ก. อิควิแอกซ์

ข. เกรนยาว

ค. เกรนละเอียด

ง. เกรนผสม

26. ของแข็งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา ถ้าแบ่งตามโครงสร้างการเกาะยึดตัวของอนุภาคภายในจะแบ่งได้เป็นอย่างไร

ก. ของแข็งอสัณฐานและของแข็งอโลหะ

ข. ของแข็งผลึกและของแข็งอสัณฐาน

ค. ของแข็งผลึกและของแข็งอโลหะ

ง. ของแข็งโลหะและของแข็งอโลหะ

27. ของแข็งที่มีโครงสร้างประกอบด้วยอนุภาคที่เรียงตัวกันอย่างมีระเบียบมีรูปทรงเรขาคณิตที่แน่นอนเรียกว่าของแข็งอะไร

ก. ของแข็งโลหะ

ข. ของแข็งเกรน

ค. ของแข็งอสัณฐาน

ง. ของแข็งผลึก

28. แก้ว และพลาสติกใสจัดเป็นของแข็งประเภทใด

ก. ของแข็งโลหะ ข. ของแข็งเกรน

ค. ของแข็งอสัณฐาน ง. ของแข็งผลึก

29. ผลึกประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญได้แก่อะไร

ก. แลตทิซและหน่วยเซลล์

ข. หน่วยเซลล์และเบซิส

ค. เบซิสและโมทิฟ

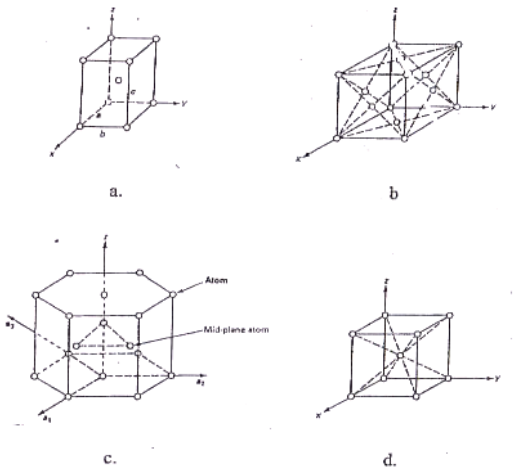
ง. แลตทิซและเบซิส

30. โครงสร้างเล็กที่เรียงตัวซ้ำๆ กันอยู่ อยู่อย่างต่อเนื่องในโครงสร้างเครือข่ายขนาดใหญ่ของผลึก โดยเรียกส่วนที่เล็กที่สุดนี้ว่า

ก. หน่วยย่อยของผลึก ข. หน่วยเซลล์

ค. หน่วยขนาดเล็ก ง. หน่วยหลักของผลึก

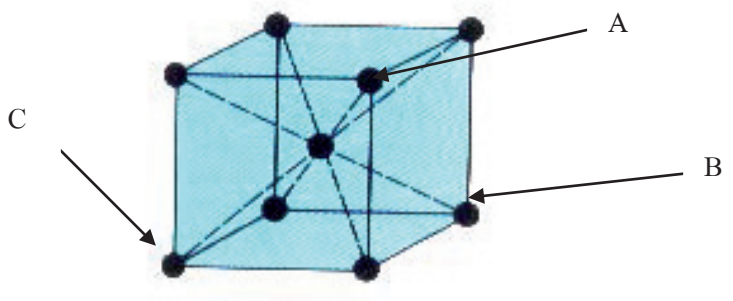
31. จากรูปด้านล่าง ข้อใดคือรูปหน่วยเซลล์แบบ HCP BCC และ FCC ตามลำดับ



ก. c d b ข. b c d

ค. c d b ง. ไม่มีข้อใดถูก

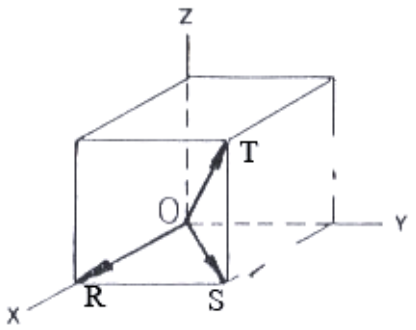
32. จากรูปด้านล่างข้อใดเป็นตำแหน่งของอะตอมในหน่วยเซลล์แบบลูกบาศก์ของ A B และ C ตามลำดับ



ก. (1,1,1) / (1,0,0) / (1,1,0)　　ข. (1,0,1) / (1,0,0) / (0,1,0)

ค. (0,1,1) / (1,0,0) / (0,1,0)　　ง. (1,1,1) / (0,1,0) / (1,0,0)

33. จากรูปด้านล่างข้อใดเป็นดัชนีทิศทางของเวกเตอร์ทิศทาง OR OS และ OT ตามลำดับ



ก. [1 0 1] / [1 0 0] / [0 1 1]　　ข. [1 0 1] / [1 1 0] / [1 1 1]

ค. [1 0 0] / [0 1 0] / [0 1 1]　　ง. [1 0 0] / [1 1 0] / [1 1 1]

34. ดัชนีทิศทางของกลุ่ม <100> หมายถึงอะไร

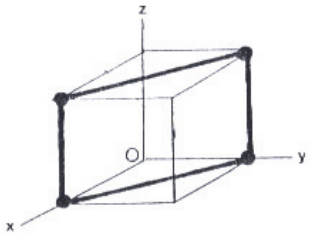
ก. ดัชนีทิศทางของขอบลูกบาศก์

ข. ดัชนีทิศทางของผิวแต่ละด้านของลูกบาศก์

ค. ดัชนีทิศทางในแนวเส้นทแยงมุมภายในลูกบาศก์

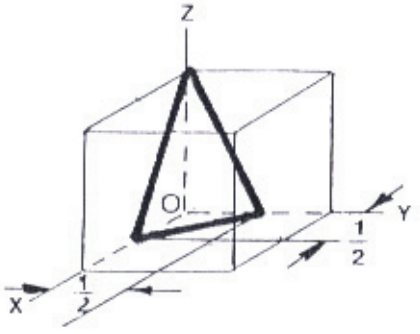
ง. ดัชนีทิศทางในแนวเส้นทแยงมุมของผิวแต่ละด้านของลูกบาศก์

35. จากรูปด้านล่างข้อใดเป็นดัชนีมิลเลอร์ของระนาบในผลึกหน่วยเซลล์แบบลูกบาศก์



ก. (100) ข. (1,1,0) ค. (110) ง. (101)

36. จากรูปด้านล่างข้อใดเป็นดัชนีมิลเลอร์ของระนาบในผลึกหน่วยเซลล์แบบลูกบาศก์



ก. (221) ข. [221] ค. [122] ง. (122)

บทที่ 3 ข้อบกพร่องในผลึก

37. ข้อบกพร่องในผลึกจัดเป็นข้อบกพร่องแบบใด

ก. แบบจุด ข. แบบเส้น

ค. ดิสโลเคชัน ง. แบบหนึ่งมิติ

38. ข้อบกพร่องในผลึกที่เกิดจากการเลื่อนตำแหน่งของกลุ่มอะตอมในลักษณะเรียงตัวเป็นแนวเส้น เป็นข้อบกพร่องแบบใด

ก. แบบผสม ข. แบบจุด

ค. แบบศูนย์มิติ ง. ดิสโลเคชัน

39. การเปลี่ยนรูปของโลหะซึ่งเกิดจากกลุ่มอะตอมถูกผลักให้เอียงไป เรียกว่าอะไร

ก. การเลื่อน ข. การทวินนิ่ง

ค. ดิสโลเคชัน ง. ไม่มีข้อใดถูก

40. ข้อใดเป็นขั้นตอนกระบวนการอบอ่อนที่ถูกต้อง

ก. การเกิดผลึกใหม่ ⟶ การคืนตัว ⟶ การโตของเกรน

ข. การคืนตัว ⟶ การเกิดผลึกใหม่ ⟶ การโตของเกรน

ค. การโตของเกรน ⟶ การคืนตัว ⟶ การเกิดผลึกใหม่

ง. ไม่มีข้อใดถูก

บทที่ 4 โลหะผสม

41. ถ้านำธาตุมาผสมกัน ข้อใดเป็นโลหะผสม

ก. Fe + O + C ข. O + C ค. C + N ง. O + N

42. ข้อใดเป็นความหมายของคำว่าสารละลาย

ก. สารผสมเนื้อเดียวที่ไม่บริสุทธิ์ประกอบด้วยตัวถูกละลายและตัวทำละลาย

ข. สารผสมเนื้อเดียวที่บริสุทธิ์ประกอบด้วยตัวถูกละลายและตัวทำละลาย

ค. สารที่ละลายในน้ำได้

ง. สารประกอบที่แตกตัวในของเหลวมองเป็นเนื้อเดียว

43. ข้อใดเป็นสารละลายของแข็งแบบแทรกที่

ก. อะตอมตัวถูกละลายที่มีขนาดใหญ่เข้าไปแทรกที่ตัวทำละลายที่มีขนาดเล็ก

ข. อะตอมตัวถูกละลายที่มีขนาดเท่ากันเข้าไปแทรกที่ตัวทำละลายที่มีขนาดเล็ก

ค. อะตอมตัวทำละลายที่มีขนาดเท่ากันเข้าไปแทรกที่ตัวทำละลายที่มีขนาดเล็ก

ง. อะตอมตัวถูกละลายที่มีขนาดเล็กเข้าไปแทรกที่ตัวทำละลายที่มีขนาดใหญ่

44. โลหะผสมระหว่างทองแดงและนิกเกิลจัดเป็นสารละลายของแข็งแบบแทนที่เพราะเหตุใด

ก. อะตอมของทั้ง 2 ธาตุมีขนาดใกล้เคียงกันมาก

ข. อะตอมของทั้ง 2 ธาตุเป็นธาตุโลหะด้วยกัน

ค. อะตอมของทั้ง 2 ธาตุมีขนาดแตกต่างกันมาก

ง. อะตอมของทั้ง 2 ธาตุเป็นธาตุอโลหะด้วยกัน

45. ข้อใดเป็นความหมายของคำว่าสารประกอบ

ก. ธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกันด้วยพันธะเคมีโดยธาตุหนึ่งต้องเป็นโลหะ

ข. ธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกันด้วยพันธะเคมีโดยมีสัดส่วนทางเคมีไม่คงที่

ค. ธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกันด้วยพันธะเคมีโดยมีสัดส่วนทางเคมีที่แน่นอน

ง. ธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกันด้วยพันธะเคมีโดยธาตุหนึ่งต้องเป็นอโลหะ

46. สารประกอบที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุโลหะที่มีอะตอมขนาดใหญ่กับอะตอมของธาตุที่มีขนาดเล็กกว่า เรียกว่าสารประกอบแบบใด

ก. สารประกอบเชิงโลหะ ข. สารประกอบแทรกที่

ค. สารประกอบอิเล็กตรอน ง. ไม่มีข้อใดถูก

47. สารประกอบที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุตั้งแต่ 2 ชนิด ตามกฎเวเลนซ์ทางเคมีโดยอาจเกิดเป็นพันธะไอออนิกหรือโคเวเลนซ์เรียกว่า สารประกอบแบบใด

ก. สารประกอบเชิงโลหะ ข. สารประกอบแทรกที่

ค. สารประกอบอิเล็กตรอน ง. สารประกอบเชิงอโลหะ

48. สารประกอบที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุผสมกับธาตุของอโลหะหลักที่มีอัตราส่วนเวเลนซ์อิเล็กตรอนต่อจำนวนอะตอมที่แน่นอนเรียกว่าสารประกอบแบบใด

ก. สารประกอบเชิงโลหะ ข. สารประกอบแทรกที่

ค. สารประกอบอิเล็กตรอน ง. สารประกอบแบบผสม

49. กราฟการเย็นตัว เป็นกราฟที่แสดงการเปลี่ยนแปลงเฟสโดยนำมาเขียนให้สัมพันธ์กับอะไร

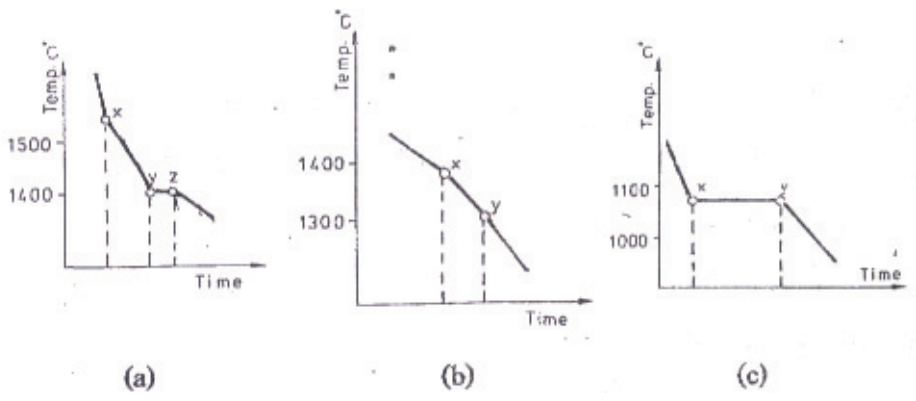
ก. ความดันกับเวลา

ข. อุณหภูมิกับความดัน

ค. อุณหภูมิกับเวลา

ง. เวลากับสถานะของสาร

จากรูปกราฟการเย็นตัวด้านล่าง จงตอบคามข้อ 50-51



50. ข้อใดเป็นกราฟการเย็นตัวของโลหะบริสุทธิ์

ก. a ข. b ค. c ง. ไม่มีข้อใดถูก

51. ข้อใดเป็นกราฟการเย็นตัวของโลหะผสม

ก. a และ b ข. b ค. c ง. b และ c

52. เหล็กบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิประมาณ 1,400°C - 1,500°C จะมีโครงสร้างผลึกแบบใด

ก. เหล็กแกมมา

ข. เหล็กแอลฟา

ค. เหล็ก FCC

ง. เหล็กเดลตา

53. เหล็กบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิประมาณ 900°C - 1,400°C จะมีโครงสร้างผลึกแบบใด

ก. เหล็กแกมมา

ข. เหล็กแอลฟา

ค. เหล็ก BCC

ง. เหล็กเดลตา

54. เหล็กบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิห้องที่เรียกว่าเหล็กแอลฟาจะมีโครงสร้างผลึกแบบใด

ก. BCT ข. BCC ค. FCC ง. HCP

บทที่ 5 แผนภาพเฟสหรือแผนภาพสมดุล

55. ข้อใดเป็นความหมายของคำว่าเฟส

ก. บริเวณที่มีส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน มีสมบัติกายภาพและเคมีเหมือนกัน

ข. บริเวณที่มีส่วนผสมไม่เป็นเนื้อเดียวกันแต่มีสมบัติกายภาพและเคมีเหมือนกัน

ค. สารที่มีส่วนผสมสม่ำเสมอกัน

ง. สารที่มีรูปผลึกคงที่ทุกอุณหภูมิ

56. ข้อใดเป็นความหมายของคำว่าแผนภาพเฟส

ก. แผนภาพที่แสดงเฟสที่เกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่างๆกัน

ข. แผนภาพที่แสดงส่วนผสมที่เกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่างๆกัน

ค. แผนภาพที่แสดงเฟสที่เกิดขึ้นที่อุณหภูมิ ความดัน และส่วนผสมต่างๆกัน

ง. แผนภาพที่แสดงความดันที่เกิดขึ้นที่เฟสต่างๆกัน

57. แผนภาพเฟสระบบ 1 ธาตุ ทั้งแกนตั้ง (แกน Y) และแกนนอน (แกน X) จะเป็นแกนของอะไรตามลำดับ

ก. อุณหภูมิและความดัน ข. ความดันและอุณหภูมิ

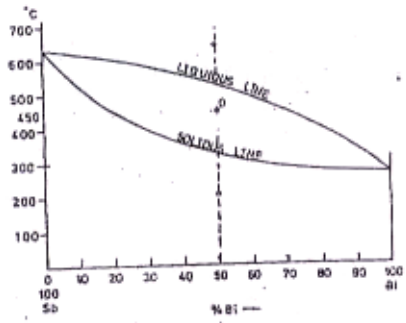
ค. อุณหภูมิและส่วนผสม ง. อุณหภูมิและเฟส

58. แผนภาพเฟสของโลหะผสมระหว่างทองแดง – นิกเกิลจัดเป็นแผนภาพเฟสระบบใด

ก. ระบบโลหะผสม ข. ระบบละลายได้สมบูรณ์

ค. ระบบละลายได้บางส่วน ง. ระบบ 2 ธาตุ

59. จากรูปแผนภาพเฟสด้านล่าง ถ้าโลหะผสม 10% Bi และ 90% Sb ถ้าต้องการให้เกิดเฟสของเหลวเพียงอย่างเดียวควรใช้อุณหภูมิประมาณเท่าใด



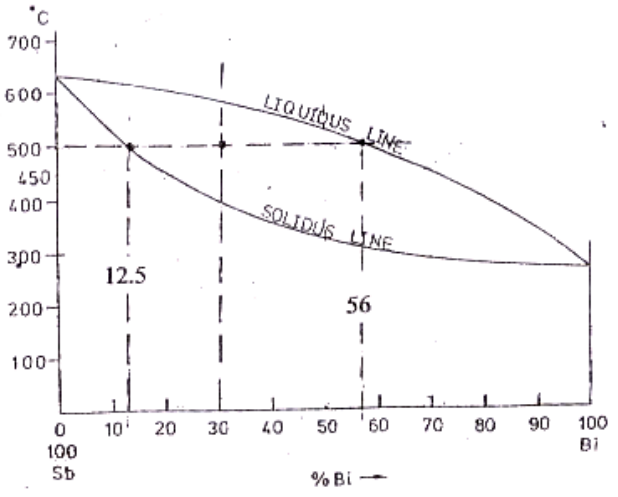
ก. 500°C ข. 450°C ค. 400°C ง. ไม่มีข้อใดถูก

60. จากรูปในโจทย์ข้อที่ 59 ถ้าโลหะผสม 40% Bi และ 60% Sb ถูกให้ความร้อนอุณหภูมิ 300°C จะมีเฟสเป็นอย่างไร

ก. สารละลายของแข็ง + ของเหลว ข. ของเหลวทั้งหมด

ค. สารละลายของแข็ง ง. ไม่มีข้อใดถูก

จากรูปด้านล่างจงตอบคำถาม 61 – 62



61. ที่อุณหภูมิ 500°C ส่วนผสม 30% Bi เฟสของแข็งและของเหลวจะมีส่วนผสมเคมีเท่าไร

ก. ของแข็ง 87.5% Sb และของเหลว 44% Sb

ข. ของแข็ง 87.5% Bi และของเหลว 44% Bi

ค. ของแข็ง 70% Sb และของเหลว 30% Sb

ง. ของแข็ง 12.5% Bi และของเหลว 56% Sb

62. ที่อุณหภูมิ 500°C ส่วนผสม 30% Bi จะมีปริมาณของแข็งและของเหลวเท่าไร

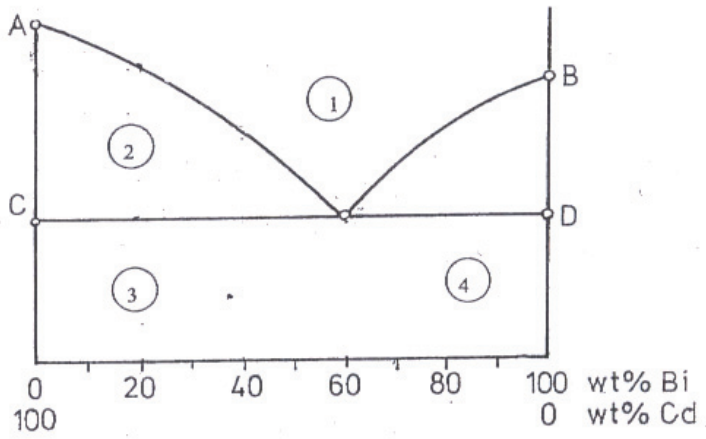
ก. ของแข็ง 44% และของเหลว 56%

ข. ของแข็ง 40% และของเหลว 60%

ค. ของแข็ง 60% และของเหลว 40%

ง. ของแข็ง 56% และของเหลว 44%

63. จากแผนภาพเฟสด้านล่าง ข้อใดเป็นหมายเลขของเฟส 1 / 2 / 3 และ 4 ตามลำดับ



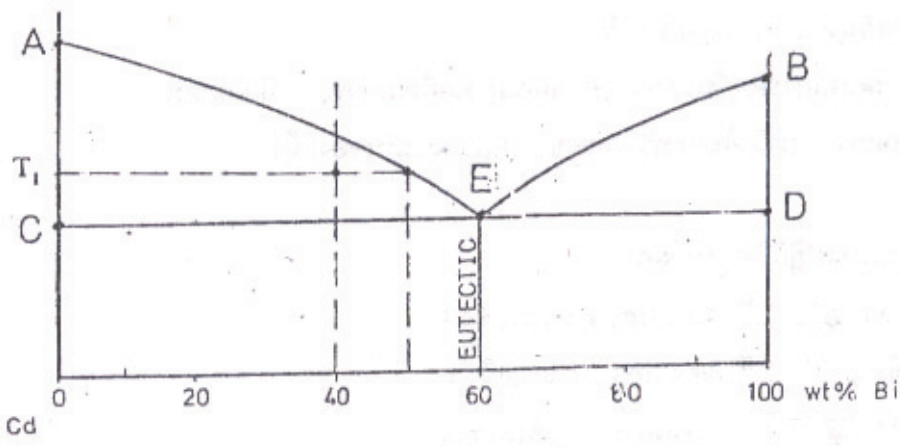
ก. ของเหลว / ของแข็ง Cd + ของเหลว / ของแข็ง Bi + ยูเทกติก / ของแข็ง Bi + ยูเทกติก

ข. ของเหลว / ของแข็ง Cd + ของเหลว / ของแข็ง Cd + ยูเทกติก / ของแข็ง Bi + ยูเทกติก

ค. ของเหลว / ของแข็ง Bi + ของเหลว / ของแข็ง Cd + ยูเทกติก / ของแข็ง Bi + ยูเทกติก

ง. ไม่มีข้อใดถูก

จากรูปด้านล่างจงตอบคำถามข้อ 64 – 65



64. ที่อุณหภูมิ T_1 ส่วนผสม 40% Bi เฟสของแข็งและของเหลวจะมีส่วนผสมทางเคมีเท่าไร

ก. ของแข็ง 100% Cd และของเหลว 50% Bi

ข. ของแข็ง 100% Bi และของเหลว 40% Bi

ค. ของแข็ง 50% Bi และ 50% Cd และของเหลว 50% Bi

ง. ของแข็ง 50% Bi และ 50% Cd และของเหลว 40% Bi

65. ที่อุณหภูมิ T_1 ส่วนผสม 40% Bi จะมีปริมาณสัดส่วนเฟสของแข็งและของเหลวเท่าไร

ก. ของแข็ง 40% และของเหลว 60%

ข. ของแข็ง 50% และของเหลว 50%

ค. ของแข็ง 80% และของเหลว 20%

ง. ของแข็ง 20% และของเหลว 80%

66. โลหะผสมที่แข็งตัวอย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิต่ำกว่าส่วนผสมอื่นๆ เรียกว่าอะไร

ก. ส่วนผสมสมบูรณ์

ข. ส่วนผสมยูเทกติก

ค. ส่วนผสมอุณหภูมิยูเทกตอยด์

ง. ส่วนผสมปฏิกิริยายูเทกตอยด์

67. ข้อใดเป็นความหมายของอุณหภูมิยูเทกติก

ก. อุณหภูมิต่ำสุดที่เฟสของเหลวจะยังคงมีอยู่ได้

ข. อุณหภูมิต่ำสุดที่เฟสของแข็งจะยังคงมีอยู่ได้

ค. อุณหภูมิสูงสุดที่เฟสของเหลวจะยังคงมีอยู่ได้

ง. อุณหภูมิสูงสุดที่เฟสของแข็งจะยังคงมีอยู่ได้

68. ข้อใดเป็นความหมายของจุดยูเทกติก

ก. จุดสุดท้ายที่จะมีเฟสของเหลวอยู่ได้

ข. จุดเริ่มต้นที่จะมีเฟสของเหลวขึ้น

ค. จุดที่เกิดจากการตัดกันระหว่างส่วนผสมยูเทกติกและอุณหภูมิยูเทกติก

ง. จุดที่เกิดจากการตัดกันระหว่างเส้นของเหลวและเส้นของแข็ง

69. ข้อใดคือสมการปฏิกิริยายูเทกติก

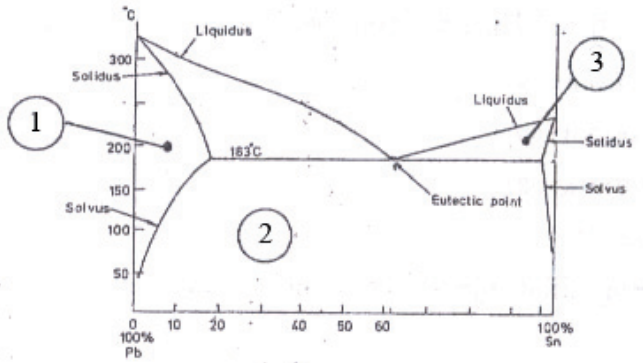
ก. ของเหลว $\longleftrightarrow$ ของเหลว 1 + ของแข็ง 1

ข. ของแข็ง $\longleftrightarrow$ ของเหลว 1 + ของแข็ง 1

ค. ของแข็ง $\longleftrightarrow$ ของเหลว 1 + ของเหลว 2

ง. ของเหลว $\longleftrightarrow$ ของแข็ง 1 + ของแข็ง 2

70. จากรูปแผนภาพเฟสด้านล่าง ข้อใดเป็นหมายเลขเฟส 1/2 และ 3 ตามลำดับ



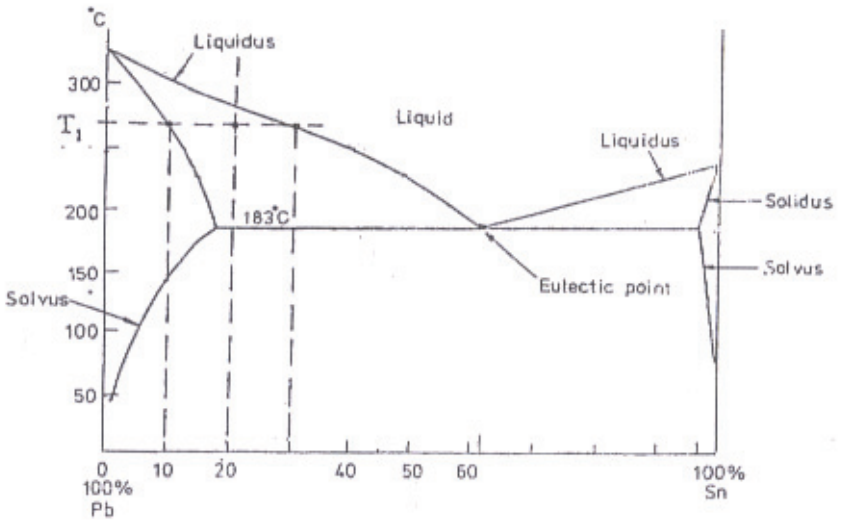
ก. α / β + ของเหลว / α + β

ข. β / β + ของเหลว / α + β

ค. α / α + ของเหลว / α + β

ง. α / β + ของแข็ง / α + β

จากรูปด้านล่าง จงตอบคำถามข้อ 71 - 72



71. ที่อุณหภูมิ T_1 ที่ส่วนผสม 20% Sn เฟสของแข็งและของเหลวจะมีส่วนผสมเคมีเท่าไร

ก. ของแข็ง 30% Sn และของเหลว 10% Sn

ข. ของแข็ง 10% Pb และของเหลว 30% Pb

ค. ของแข็ง 10% Sn และของเหลว 30% Sn

ง. ของแข็ง 30% Pb และของเหลว 10% Pb

72. ที่อุณหภูมิ T_1 ที่ส่วนผสม 20% Sn จงหาปริมาณสัดส่วนเฟสของแข็งและของเหลว

ก. ของแข็ง 10% และของเหลว 90%

ข. ของแข็ง 50% และของเหลว 50%

ค. ของแข็ง 30% และของเหลว 70%

ง. ของแข็ง 70% และของเหลว 30%

บทที่ 6 แผนภาพเฟสของเหล็ก – เหล็กคาร์ไบด์

73. สารละลายของแข็งแบบแทรกที่ของคาร์บอน โดยคาร์บอนจะละลายได้สูงสุด 0.025% ที่อุณหภูมิ 723 °C มีชื่อเรียกว่าอะไร

ก. เฟอร์ไรต์ ข. ออสเทนไนต์

ค. ซีเมนไทต์ ง. เหล็กเดลตา

74. สารประกอบแบบแทรกที่ ซึ่งมีสูตรทางเคมีว่า Fe_3C มีชื่อเรียกว่าอะไร

ก. เฟอร์ไรต์ ข. ออสเทนไนต์

ค. ซีเมนไทต์ ง. เหล็กเดลตา

75. สารละลายของแข็งแบบแทรกที่ของคาร์บอน โดยคาร์บอนจะละลายได้สูงสุด 2% ที่อุณหภูมิ 1,148 °C มีชื่อเรียกว่าอะไร

ก. เฟอร์ไรต์ ข. ออสเทนไนต์

ค. ซีเมนไทต์ ง. เหล็กเดลตา

76. ปฏิกิริยายูเทกตอยด์จะให้โครงสร้างยูเทกตอยด์ซึ่งมีชื่อเรียกทางวิชาการว่าอะไร

ก. เฟอร์ไรต์ ข. ซีเมนไทต์

ค. ออสเทนไนต์ ง. เพิร์ลไลต์

77. ข้อใดเป็นปฏิกิริยายูเทกติก

ก. ของเหลว $\longleftrightarrow$ ออสเทนไนต์ + ซีเมนไทต์

ข. ของแข็ง $\longleftrightarrow$ ออสเทนไนต์ + ซีเมนไทต์

ค. ของเหลว $\longleftrightarrow$ เฟอร์ไรต์ + ซีเมนไทต์

ง. ของเหลว $\longleftrightarrow$ ออสเทนไนต์ + เฟอร์ไรต์

78. เส้น A_1 แสดงถึงอุณหภูมิที่จะเกิดปฏิกิริยาอะไร

ก. ยูเทกติก ข. ยูเทกตอยด์ ค. เพอริเทกติก ง. ไม่มีข้อใดถูก

79. เหล็กกล้าที่มีคาร์บอนต่ำกว่า 0.8% เรียกว่าอะไร

ก. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ข. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง

ข. เหล็กกล้าไฮโปยูเทกตอยด์ ง. เหล็กกล้าไฮเปอร์ยูเทกตอยด์

80. เหล็กกล้าไฮโปยูเทกตอยด์ เมื่อปล่อยให้เย็นลงผ่านเส้น A_3 จะเกิดเฟสอะไรที่ขอบเกรน

ก. ออสเทนไนต์ ข. เฟอร์ไรต์

ค. ซีเมนไทต์ ง. เพิร์ลไลต์

81. เหล็กกล้าไฮเปอร์ยูเทกตอยด์ เมื่อปล่อยให้เย็นลงผ่านเส้น Acm จะเกิดเฟสอะไรที่ขอบเกรน

ก. ออสเทนไนต์ ข. เฟอร์ไรต์

ค. ซีเมนไทต์ ง. เพิร์ลไลต์

บทที่ 7 การอบชุบเหล็กกล้าด้วยความร้อน

82. การเผาเหล็กกล้าจนเหนือเส้น A_3 หรือ $A_{3,1}$ และทำให้เย็นตัวลงอย่างช้าในเตา เรียกกระบวนการนี้ว่าอะไร

ก. การชุบแข็ง ข. การอบอ่อนอย่างสมบูรณ์

ค. การอบลดความเค้น ง. การอบนอร์มอลไลซ์

83. การเผาเหล็กกล้าจนเหนือเส้น A_1 และทำให้เย็นในอากาศ เรียกกระบวนการนี้ว่าอะไร

ก. การทำเทมเปอร์ ข. การอบอ่อนอย่างสมบูรณ์

ค. การอบลดความเค้น ง. การอบนอร์มอลไลซ์

84. การอบให้ได้คาร์ไบด์ก้อนกลมต่างกับการอบนอร์มอลไลซ์ในข้อใด

ก. อุณหภูมิที่ใช้ในการเผา ข. เวลาในการทำให้เย็น

ค. ส่วนผสมของเหล็กกล้าที่นำมาเผา ง. ไม่มีข้อใดถูก

85. ในการทำเทมเปอร์ยิ่งใช้อุณหภูมิในการทำมากเท่าไรจะมีผลแก่เหล็กกล้าอย่างไร

ก. ความแข็งเพิ่มขึ้น ข. ความเหนียวสูงขึ้น

ค. ความต้านทานแรงดึงสูงขึ้น ง. ไม่มีข้อใดถูก

บทที่ 8.เหล็กกล้าและเหล็กหล่อ

86. เหล็กหล่อขาวแตกต่างจากเหล็กหล่อชนิดอื่น ๆ ในข้อใด

ก. รับความต้านทานแรงดึงได้ดีเป็นพิเศษ ข. รับแรงกระแทกได้ดี

ค. ไม่มีแกรไฟต์ ง. มีแกรไฟต์เป็นก้อนกลม

87. เหล็กหล่อชนิดใดที่มีสมบัติใกล้เคียงเหล็กกล้ามากที่สุด

ก. เหล็กหล่อผสมสูง ข. เหล็กหล่อแกรไฟต์กลม

ค. เหล็กหล่อขาว ง. เหล็กหล่อเทา

88. เหล็กหล่อชนิดใดที่รับแรงกระแทก และแรงสั่นสะเทือนได้ดี

ก. เหล็กหล่อเทา ข. เหล็กหล่อขาว

ค. เหล็กหล่อแกรไฟต์กลม ง. ไม่มีข้อใดถูก

89. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำจะมีคาร์บอนผสมอยู่ไม่เกินกี่เปอร์เซ็นต์

ก. 0.13% ข. 0.3% ค. 0.6% ง. 3%

90. เหล็กกล้าผสมต่ำความแข็งแรงสูง (HSLA) จัดอยู่ในกลุ่มเหล็กกล้าประเภทอะไร

ก. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง ข. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง

ค. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ง. เหล็กกล้าพิเศษ

บทที่ 9 โลหะนอกกลุ่มเหล็ก

91. มาตรฐานต่อไปนี้ มาตรฐานใดที่เป็นมาตรฐานของอะลูมิเนียมจากการใช้แรงขึ้นรูป

ก. 1xxx ข. 1xx . x ค. A 02080 ง. ไม่มีข้อใดถูก

92. ข้อใดจัดเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์สูง

ก. ทองแดงอาร์เซเนียล ข. ทองเหลือง ค. ทองแดงแอลฟา-บีตา ง. ทองแดงแอลฟา

93. ทองเหลืองเป็นโลหะผสมของธาตุอะไร

ก. ทองแดงกับนิกเกิล ข. ทองแดงกับสังกะสี

ค. ทองแดงกับเหล็ก ง. ทองแดงกับอะลูมิเนียม

94. บรอนซ์เป็นโลหะผสมของธาตุอะไร

ก. ทองแดงกับอะลูมิเนียม ข. ทองแดงกับสังกะสี

ค. ทองแดงกับตะกั่ว ง. ทองแดงกับดีบุก

.....

เฉลยแบบทดสอบวิชาโลหะวิทยา

บทที่ 1 สมบัติของวัสดุ

1. ข	2. ก	3. ง	4. ค	5. ข	6. ข
7. ง	8. ก	9. ข	10. ข	11. ค	12.ง
13. ง	14. ข	15. ค	16. ข	17. ค	18. ก
19. ก	20. ข	21. ค			

บทที่ 2 กระบวนการแข็งตัวของโลหะ

22. ก	23. ข	24. ข	25. ก	26. ข	27. ง
28. ค	29. ง	30. ข	31. ก	32. ง	33. ง
34. ก	35. ค	36. ก			

บทที่ 3 ข้อบกพร่องในผลึก

37. ก	38. ง	39. ข	40. ข

บทที่ 4 โลหะผสม

41. ก	42. ก	43. ง	44. ก	45. ค	46. ข
47. ก	48. ค	49. ค	50. ข	51. ก	52. ง
53. ก	54. ข				

บทที่ 5 แผนภาพเฟสหรือแผนภาพสมดุล

55. ก	56. ค	57. ก	58. ง	59. ง	60. ค
61. ก	62. ค	63. ข	64. ก	65. ง	66. ข
67. ก	68. ค	69. ง	70. ก	71. ค	72. ข

บทที่ 6 แผนภาพเฟสของเหล็ก – เหล็กคาร์ไบด์

73. ก	74. ค	75. ข	76. ง	77. ก	78. ข
79. ค	80. ข	81. ค			

บทที่ 7 การอบชุบเหล็กกล้าด้วยความร้อน

82. ข	83. ค	84. ก	85. ข

บทที่ 8 เหล็กกล้าและเหล็กหล่อ

86. ค	87. ข	88. ก	89. ข	90. ก

บทที่ 9 โลหะนอกกลุ่มเหล็ก

91. ก	92. ก	93. ข	94. ง