Name:_____Student ID No:_____

237-221 Physical Metallurgy

/100

การสอบกลางภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2557
วันเสาร์ที่ 14 มีนาคม 2557 เวลา 13.30-16.30 น.
วิชา 237-221 Physical Metallurgy ห้อง A401

ผู้ออกข้อสอบ ดร. สมใจ จันทร์อุดม

คำสั่ง

(1) เขียนคำตอบให้สมบูรณ์ทุกข้อเพื่อให้ได้คะแนนเต็ม
(2) **ไม่อนุญาตให้นำเอกสารทุกชนิดเข้าสอบ เว้นแต่ เครื่องคิดเลขเข้าสอบได้**
(3) ให้ตรวจสอบข้อสอบให้เรียบร้อยก่อนสอบ หากมีข้อสงสัย ให้ถามอาจารย์คุมสอบได้
(4) ข้อที่มีการคำนวณ ใช้ข้อมูลที่ให้ไว้ในหน้านี้
(5) ข้อมูลกราฟถ้าใช้ในคำตอบให้เขียนเส้นแสดงวิธีการหาค่าด้วย
(6) ข้อมีทั้งหมด 8 ข้อ 100 คะแนน

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำคือปรับตกในรายวิชาที่ทุจริตและพักการศึกษา 1 ภาคการศึกษา

Useful Equation:

$$C_L(Z) = C_o\left[1-\frac{Z}{L}\right]^{k_o-1}$$

$$C_S(Z) = k_o C_o\left[1-\frac{Z}{L}\right]^{k_o-1}$$

$$N_{\text{hom}} = C(1)\nu S^* p\cdot\exp-(\Delta G_a+\Delta G^*_{\text{hom}})/kT$$

$$N_{het} = C(2)\nu S^* p\cdot\exp-(\Delta G_a+\Delta G^*_{het})/kT$$

$$S(\theta)=(2+\cos\theta)\cdot(1-\cos\theta)^2/4$$

$$\Delta G^*_{het} = \left(\frac{16\pi\gamma_{SL}^3 T_m^2}{3L_V^2}\right)\frac{1}{(\Delta T)^2}\cdot S(\theta)$$

$$k_o = \frac{X_S}{X_L}\approx\frac{C_S}{C_L}$$

$$r^* = \left(\frac{2\gamma_{SL}T_m}{L_v}\right)\frac{1}{\Delta T}$$

$$\Delta G^* = \left(\frac{16\pi\gamma_{SL}^3 T_m^2}{3L_V^2}\right)\frac{1}{(\Delta T)^2}$$

$$\Delta G_v = \frac{\Delta H\Delta T}{T_m}$$

Name:_____Student ID No:_____

1. จงอธิบายความหมายหรือนิยามของคำศัพท์ต่อไปนี้ (15 คะแนน)
   a) Nuclei

   b) Constitutional supercooling

   c) Skin forming

   d) Macrosegregations

   e) Shrinkage porosity

Name:_____Student ID No:_____

2. จงอธิบายกลไกการแข็งตัวที่เกิดจากนิวคลีเอชันจากเนื้อเดียวกัน (Homogeneous Nucleation) รวมตัวถึงตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้อง *พร้อมวาดภาพประกอบ* (10 คะแนน)

3. มุมเปียก (Wetting angle) มีผลอย่างไรต่อการเกิดนิวคลีเอชันจากเนื้อที่แตกต่างกัน จงอธิบาย *พร้อมวาดภาพประกอบ* (7 คะแนน)

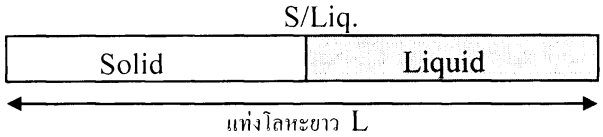
4. จงอธิบายรูปร่างของอินเตอร์เฟสระหว่างของแข็งและของเหลวของโลหะบริสุทธิ์ เมื่อการแจกแจงอุณหภูมิบริเวณอินเตอร์เฟสเป็นแบบเกรเดียนต์บวก (Positive gradient) *พร้อมวาดภาพประกอบ* (7 คะแนน)

Name:_____Student ID No:_____

5. การแข็งตัวของโลหะผสมในสภาวะไม่สมดุล (Nonequilibrium Freezing) ภายใต้ข้อกำหนดไม่มีการแพร่ภายในของแข็ง k_o เป็นค่าคงที่ การเคลื่อนที่ของตัวถูกละลายที่ถูกขับออกจากของแข็งไปยังของเหลวด้วยการอาศัยการแพร่ ทำให้การแจกแจงความเข้มข้นในแท่งโลหะผสมจะขึ้นอยู่กับสัมประสิทธิ์การแจกแจง (K_e) ดังสมการข้างล่าง จงอธิบายอิทธิพลหรือตัวแปรที่มีผลต่อการแจกแจงความเข้มข้นในแท่งโลหะผสม และให้เขียนกราฟแจกแจงความเข้มข้นตลอดความยาวของแท่งโลหะผสมด้วย เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การแจกแจง (K_e) มีค่าดังต่อไปนี้ สมมุติว่าการแข็งตัวเกิดในทิศทางเดียวจากปลายด้านหนึ่ง (ดังรูป) (12 คะแนน)

$$k_e = \frac{k_o}{k_o + (1-k_o)e^{-R\delta/D}}$$

โดยที่ R = ความเร็วของอินเตอร์เฟส
δ = ความหนาของชั้นของขอบ
D = สัมประสิทธิ์การแพร่ของของเหลว



a) k_e = 1

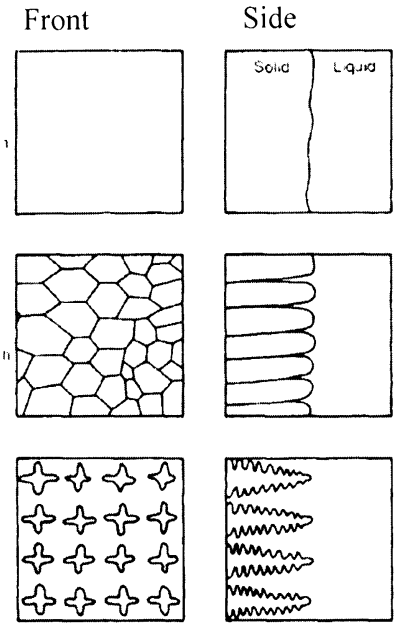
b) k_e = k_0

c) k_e < k_0 < 1

Name:_____Student ID No:_____

6. จงอธิบายกระบวนการโซนหลอมเหลว (Zone Melting) คืออะไร (7 คะแนน)

7. จงอธิบายตัวแปรหรืออิทธิพลที่มีผลต่อรูปร่างของอินเตอร์เฟสระหว่างการแข็งตัวของโลหะผสมที่แตกต่างกันทั้ง 3 รูปแบบ (ดังรูป) พร้อมบอกชื่อของรูปร่างของอินเตอร์ทั้ง 3 แบบด้วย (12 คะแนน)



Name:_____Student ID No:_____

8. โลหะผสม Fe-1.90wt%C เกิดการแข็งตัวในทิศทางเดียว ภายใต้ข้อกำหนดไม่มีการแพร่ภายในของแข็ง การแพร่เป็นไปอย่างทั่วถึงในของเหลว และอินเตอร์เฟสที่ได้เป็นแบบเรียบ (30 คะแนน)
   a) ให้คำนวณหาความเข้มข้นของของเหลว เมื่อแท่งโลหะแข็งตัวไปแล้ว 60%
   b) ให้หาอุณหภูมิของอินเตอร์เฟสระหว่างของแข็งกับของเหลวในข้อ (a)
   c) ให้หาสัดส่วนของยูเทกติกที่ได้ภายหลังจากแท่งโลหะแข็งตัวทั้งชิ้น
   d) ให้หาสัดส่วนของเฟส Fe_3C ที่พบในแท่งโลหะนี้

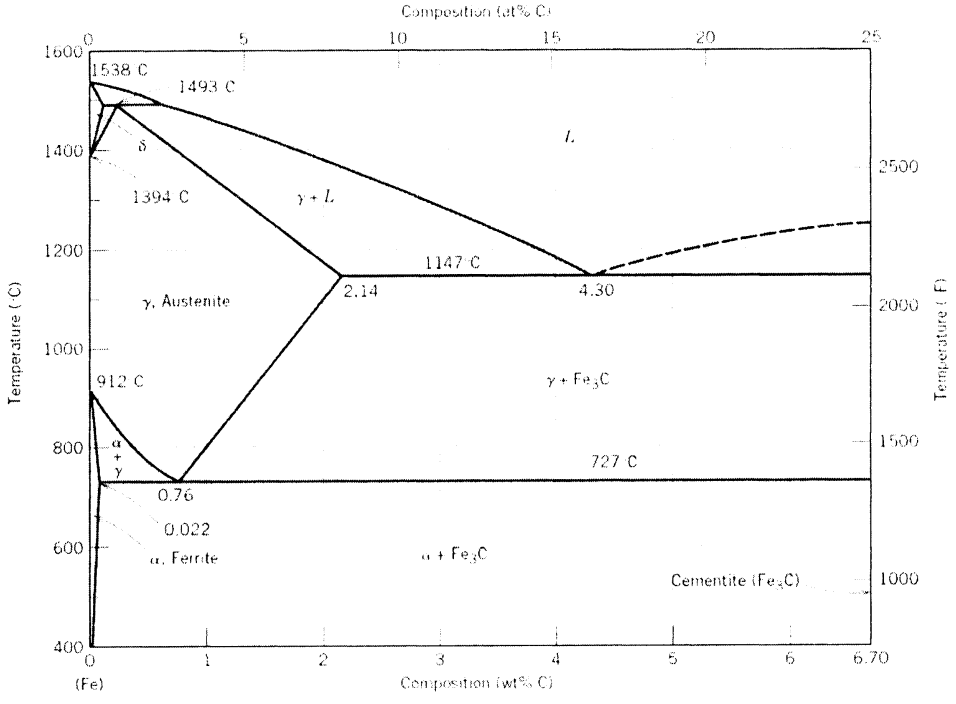


Figure 9.24 The iron–iron carbide phase diagram. [Adapted from *Binary Alloy Phase Diagrams*, 2nd edition, Vol. 1, T. B. Massalski (Editor-in-Chief), 1990. Reprinted by permission of ASM International, Materials Park, OH.]

Name:_____Student ID No:_____