Name:_____Student ID No:_____

237-302 Forming

/100

การสอบกลางภาคการศึกษาที่ 2
วันจันทร์ที่ 6 มกราคม 2557
วิชา 237-302 Metal Forming

ปีการศึกษา 2556
เวลา 13.30-16.30 น.
ห้อง Robot

ผู้ออกข้อสอบ ดร. สมใจ จันทร์อุดม

คำสั่ง

(1) เขียนคำตอบให้สมบูรณ์ทุกข้อเพื่อให้ได้คะแนนเต็ม
(2) ไม่อนุญาตให้นำเอกสารทุกชนิดเข้าสอบ เว้นแต่ **กระดาษโน้ต ขนาด A4 1 แผ่น (ที่มีการจดหรือเขียนด้วยมือเท่านั้น** ยกเว้นกรณีที่เป็นรูปหรือกราฟอนุญาตให้ตัดปะได้) เครื่องคิดเลข และ Dictionary เข้าสอบได้
(3) เมื่อทำข้อสอบเสร็จแล้ว**ให้ส่งข้อสอบพร้อมกับกระดาษโน้ต ขนาด A4 1 แผ่น ด้วย**
(4) ให้ตรวจสอบข้อสอบให้เรียบร้อยก่อนสอบ หากมีข้อสงสัย ให้ถามอาจารย์คุมสอบได้
(5) ข้อที่มีการคำนวณ ใช้ข้อมูลที่ให้ไว้ในหน้านี้
(6) ข้อมูลกราฟถ้าใช้ในคำตอบให้เขียนเส้นแสดงวิธีการหาค่าด้วย

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำคือปรับตกในรายวิชาที่ทุจริตและพักการศึกษา 1 ภาคการศึกษา

Useful Equation and data:

For Forging :

$V_1 = V_2$

$$\varepsilon_{true} = \ln\frac{h_0}{h_f}$$

$$F = k\sigma_{flow}A_f$$

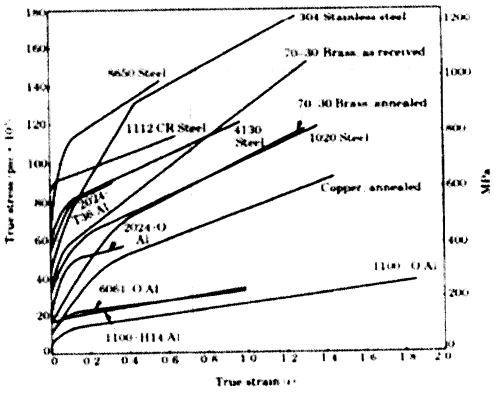
$$F = \sigma_{flow}A_f\left(1 + \frac{\mu d_f}{3h_f}\right)$$

Friction coefficient of 0.11

Melting point of Brass 1025°C

Density of Brass 8.75 g/cm^3

K is the forging shape factor	
Simple shapes, without flash	3-5
Simple shapes, with flash	5-8
Complex shapes, with flash	8-12



Name:_____Student ID No:_____

For Casting :

$$r^* = -\frac{2\gamma_{sl}}{\Delta G_v}$$

$$\Delta G^* = \frac{16\pi Y^3{}_{SL}}{3(\Delta G_v)^2}$$

$$\Delta G^* = \frac{16\pi\gamma^3{}_{SL}}{3\Delta G_v^2}.S(\theta)$$

$$\Delta G_V = (\Delta H_f \times \Delta T) / T_m$$

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

$$\rho g H = \tfrac{1}{2}\rho v^2$$

$$t = \left[\frac{\pi}{4}\left(\frac{\rho_c \Delta H_f}{T_m - T_0}\right)^2 \frac{1}{k_m \rho_m c_m}\right]\left(\frac{V}{A}\right)^2$$

$$t = \frac{\rho_{casting}\Delta H_f}{h(T_M - T_0)}\frac{V}{A}$$

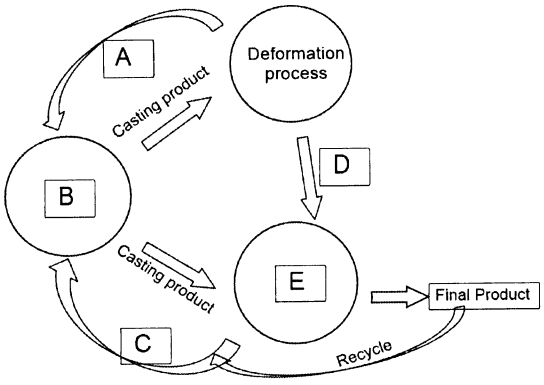
$$\mathrm{Re} = \frac{\rho V d}{\mu}$$

- Thermal conductivity of steel = 20 W/m.°C
- Heat capacity of steel = 0.5 kJ/kg.°C
- Heat transfer coefficient (steel/liquid Al-7%wt Si alloy) = 4,500 W/m^2.°C
- Cost of energy = 0.01 baht/kJ
- Density of Al-7%wtSi = 2,750 kg/m^3
- Heat capacity of liquid Al-7%wtSi alloy = 1250 J/kg.°C
- Heat of fusion of Al-7%wtSi alloy = 378 kJ/kg
- Specific gravity 9.81 m/s^2

Name:_____Student ID No:_____

Part 1 Intro

1. จงเติมคำในช่องว่างของไดอะแกรมด้านล่าง (2 คะแนน)



A .....
B .....
C .....
D .....
E .....

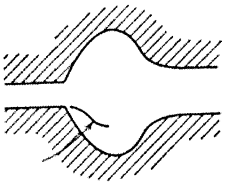
2. จงอธิบายข้อต่อไปนี้ (6 คะแนน)
   a. Cold working

   b. Hot working

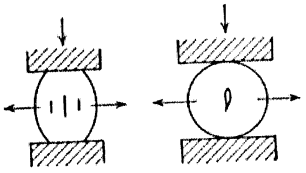
   c. การเกิด Recrystallisation ของชิ้นงาน Cold working

Part 2 Forging

3. จงอธิบายสาเหตุของข้อบกพร่อง (defect) ของชิ้นงาน forging และวิธีการในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นต่อไปนี้ (6 คะแนน)
   a.

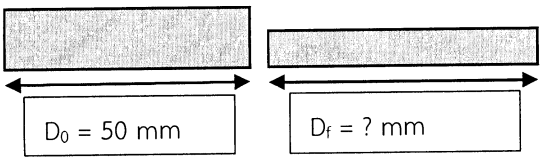


   b.



4. จงเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียระหว่างเครื่องทุบขึ้นรูปโลหะระบบ Hammers และระบบ Hydraulic Press (6 คะแนน)

5. จงคำนวณหาแรงที่ต้องการใช้ในการขึ้นรูปเหรียญทองเหลือง (เกรด 70-30 Brass as received) ที่มีรายละเอียดสูง โดยใช้เครื่อง Close die forging โดยการขึ้นรูปที่ 0.5 True Stain และกำหนดให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของชิ้นงานก่อนการขึ้นรูปเท่ากับ 50 mm (15 คะแนน)



Part 3 Casting

6. จงอธิบายกระบวนการหลอมเหลวโลหะต่อไปนี้ (4 คะแนน)
   a. Crucible Furnaces

   b. Immersion Melting

7. กระบวนการหลอมเหลวโลหะใดที่นิยมใช้กับการหลอมเหลวโลหะอะลูมิเนียมในปริมาณมากและต่อเนื่อง รวมถึงการใช้พลังความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จงอธิบายพร้อมวาดภาพประกอบด้วย (3 คะแนน)

8. กระบวนการหล่อขึ้นรูปโลหะใดที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปโลหะสังกะสีในการผลิตชิ้นส่วนรถเด็กเล่น จงอธิบายพร้อมวาดภาพประกอบด้วย (3 คะแนน)

9. จงอธิบายคำศัพท์ต่อไปนี้ (10 คะแนน)
   a. Liquid Metals

   b. Homogeneous nucleation

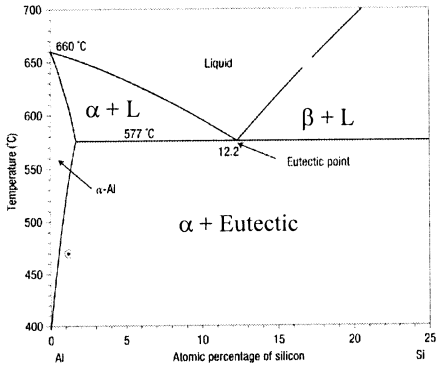
   c. Coring

   d. Embryo

   e. Nuclei

Name:_____Student ID No:_____

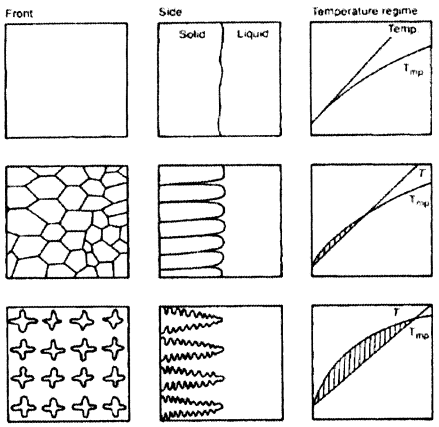
10. จงวาดภาพและอธิบาย Cooling Cure ของโลหะอะลูมิเนียมบริสุทธิ์ (Pure Aluminum) และโลหะผสม (Aluminum Alloy) ที่มีส่วนทางเคมี Al-7%wtSi ดังเฟสไดอะแกรม (5 คะแนน)



11. ในการแข็งตัวของโลหะทองแดงบริสุทธิ์ จงคำนวณหาขนาดรัศมีวิกฤต (critical radius, r*) และขนาดของ undercooling, ΔT_N ที่ต้องการใช้ในการฟอร์มตัวของนิวเคลียส เมื่อรูปแบบการแข็งเป็นแบบเนื้อเดียวกัน (homogeneous nucleation) ถ้าพลังงานอิสระ (free energy, ΔG^*) มีค่าเท่ากับ 5.496×10^{-12} J โดยที่มีค่าพลังงานการรวมละลาย (latent heat of fusion) และพลังงานที่พื้นผิวที่อินเตอร์เฟส (surface energy) เป็น -1.63×10^9 J/m^3 and 29.78 J/m^2 ตามลำดับ และมีอุณหภูมิหลอมเหลวที่ 1083 °C (ใช้หน่วย Kelvin สำหรับการคำนวณ) (13 คะแนน)

Name:_____Student ID No:_____

12. จงอธิบายกลไกลหรืออิทธิพลที่มีผลต่อรูปแบบการเติบโต (growth) ของโลหะที่แตกต่างกัน ดังรูปด้านล่าง (6 คะแนน)



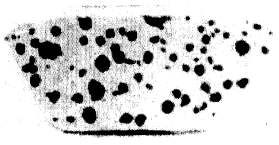
13. จงอธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างของเกรนต่อไปนี้ (4 คะแนน)

a. Secondary dendrite arm spacing (DAS^{nd}) คืออะไร จงอธิบายพร้อมวาดภาพประกอบ

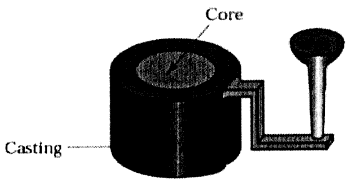
b. อุณหภูมิเทน้ำโลหะ (pouring temperature) ที่ สูง หรือ ต่ำ ที่ทำให้ได้ขนาด DAS^{nd} ที่มีขนาดเล็กละเอียด จงอธิบาย

14. จงอธิบายสาเหตุของการเกิดข้อพร่องในงานหล่อ (casting defect) และวิธีในการแก้ไขปัญหา (4 คะแนน)

a.



b.



Name:_____Student ID No:_____

15. จงคำนวณหาเวลาในการแข็งตัว (Solidification time) และความยาวที่น้ำโลหะสามารถวิ่งได้ก่อนการแข็งตัวสิ้นสุด (Fluidity length) ในแม่พิมพ์เหล็กที่อุณหภูมิแม่พิมพ์ 200°C ในการหล่อโลหะอะลูมิเนียมผสมซิลิกอน (Al-7%Si) ที่อุณหภูมิ superheat 220°C โดยขนาดความสูงของช่องเทน้ำโลหะ (sprue) เท่ากับ15 cm และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของชิ้นงานเท่ากับ 0.8 cm (13 คะแนน) (ค่าอุณหภูมิหลอมเหลวดูจากเฟสไดอะแกรมในข้อที่10)