
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2012/2013 Academic Session

June 2013

EBB 225/3 – Physical Metallurgy [Metalurgi Fizikal]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains TEN printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEPULUH muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper consists of SEVEN questions. TWO questions in PART A, THREE questions in PART B and TWO questions in PART C.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan. DUA soalan di BAHAGIAN A, TIGA soalan di BAHAGIAN B dan DUA soalan di BAHAGIAN C.]

Instruction: Answer FIVE questions. Answer ONE question from PART A, ONE question from PART B, ONE question from PART C and TWO questions from any parts. If a candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

[Arahan: Jawab LIMA soalan. Jawab SATU soalan dari BAHAGIAN A, SATU soalan dari BAHAGIAN B, SATU soalan dari BAHAGIAN C dan DUA soalan dari mana-mana bahagian. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.]

PART A / BAHAGIAN A

1. [a] The Cu–Ni alloy system is an ideal solid solution system in which entire solubility is observed, while the Cu–Ag system is a typical eutectic system in which limited solubility of Cu into Ag and vice versa is observed. Briefly discuss which Hume-Rothery alloying rules best account for this difference?

Sistem aloi Cu–Ni ialah larutan pepejal ideal yang mana keseluruhan kebolehlarutan diperhatikan manakala sistem aloi Cu–Ag ialah sistem eutektik lazim yang mana kebolehlarutan Cu terhad di dalam Ag dan sebaliknya. Bincangkan secara ringkas peraturan Pengalioan Hume Rothery yang paling sesuai untuk menjelaskan perbezaan ini?

(25 marks/markah)

- [b] Briefly describe the importance of Schmid Factor in predicting dislocation motion in metals.

Terangkan secara ringkas kepentingan Faktor Schmid dalam meramalkan pergerakan kehelan dalam logam.

(25 marks/markah)

- [c] There are two energies involved in the formation of a nucleus during cooling from molten metal to room temperature. Illustrate graphically the energy involved in the formation of nucleus during solidification and explain the importance of these energies to the microstructure of the cast metal.

Terdapat dua tenaga yang terlibat semasa pembentukan nukleus daripada penyejukan leburan logam ke suhu bilik. Lakarkan secara grafik tenaga yang terlibat dalam pembentukan nukleus semasa pemejalan dan terangkan kepentingan tenaga-tenaga tersebut terhadap mikrostruktur logam tuangan.

(50 marks/markah)

2. [a] Briefly explain how dislocations can contribute in the following observations:

Terangkan secara ringkas bagaimana kehelan boleh menyumbang kepada pemerhatian berikut:

- (i) Cold working makes aluminum harder.

Kerja sejuk mengeraskan aluminium.

(20 marks/markah)

- (ii) 20Zn-80Cu alloy is harder than pure copper.

Aloi 20Zn-80Cu adalah lebih keras daripada logam kuprum tulen.

(20 marks/markah)

- (iii) The hardness of nickel is increased by adding particles of thorium oxide.

Kekerasan nikel meningkat dengan penambahan partikel torium oksida.

(20 marks/markah)

- [b] Liquid copper is undercooled until homogeneous nucleation occurs. Assume that the lattice parameter of the solid FCC copper is 0.3615 nm. If the numbers of copper atoms in critical nucleus are 800 atoms, calculate:

Cecair kuprum didingin kurang sehingga penukleusan homogen berlaku. Anggapkan parameter kekisi pepejal kuprum FCC ialah 0.3615 nm. Jika bilangan atom di dalam nukleus ialah 800 atom, kira:

- (i) Size of a critical radius nucleus

Saiz jejari nukleus kritikal.

(20 marks/markah)

- (ii) The volume of critical nucleus.

Isipadu nukleus kritikal.

(20 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

3. [a] With the help of sketches, explain the changes of iron crystal structure when 0.02%C steel is heated to 1538°C and cool down to room temperature.

Dengan bantuan lakaran, terangkan perubahan bagi struktur kristal besi apabila keluli 0.02%C dipanaskan kepada 1538°C dan disejukkan ke suhu bilik.

(30 marks/markah)

- [b] For 0.02%C steel, compare the difference between α -iron at 770°C to 910°C and α -iron below far below 723°C.

Untuk keluli 0.02%C, bandingkan perbezaan di antara besi- α pada 770°C ke 910°C dan besi- α jauh di bawah suhu 723°C?

(30 marks/markah)

- [c] Describe the solubility of carbon in iron for ferrite and cementite.

Terangkan kebolehlarutan karbon di dalam besi bagi ferit dan sementit.

(40 marks/markah)

4. [a] The Avrami Equation is an equation to determine the fraction transform from one phase to another phase. Explain how you can determine the transformation rate of the transformed phase.

Persamaan Avrami adalah persamaan untuk menentukan pecahan transformasi daripada satu fasa ke fasa yang lain. Terangkan bagaimana anda boleh menentukan kadar transformasi ke atas fasa yang tertransformasi.

(30 marks/markah)

- [b] Sketch and explain the morphologies of pearlite transformation at:
- (i) temperature just below Eutectoid Temperature (T_e)
 - (ii) temperature far below T_e

Lakarkan dan terangkan morfologi pearlite bagi transformasi pada:

- (i) *Suhu transformasi hanya di bawah suhu eutektoid (T_e)*
- (ii) *Suhu transformasi jauh di bawah T_e*

(30 marks/markah)

- [c] Demonstrate how you can develop Time Temperature Transformation (TTT) Diagram for 1077 steel based on Isothermal Transformation diagram and mark the appropriate temperature, time and phases.

Tunjukkan bagaimana anda boleh membangunkan gambarajah TTT untuk keluli 1077 berdasarkan gambarajah Transformasi Isoterma dan tandakan suhu, masa dan fasa-fasa berkaitan.

(40 marks/markah)

5. [a] Discuss the effect of carbon content and heat treatment in (i) normalized, (ii) annealed to the mechanical properties of plain-carbon steels (0.1% - 0.8%C). Your explanation should include type of heat treatment, tensile strength, yield strength, ductility and impact properties.

Bincangkan kesan kandungan karbon dan rawatan haba (i) penormalan, (ii) penyepuhlindapan kepada sifat-sifat mekanikal bagi keluli karbon rata (0.1% - 0.8%). Penerangan anda hendaklah termasuk jenis rawatan haba, sifat-sifat kekuatan tegangan, kekuatan alah, kemuluran dan hentaman.

(40 marks/markah)

- [b] Construct a heat treatment based on Figure 1 for 1050 steel TTT diagram and appropriate cooling medium for the following (size of the steel block is 24 mm x 24 mm x 24 mm):

- (i) HRc 40
- (ii) HRc 50
- (iii) HRc 62

Please note that you need to use suitable temperature and soaking temperature, cooling rate or medium used, isothermal temperature and expected phase/phases.

Bina satu rawatan haba berdasarkan Rajah 1 bagi gambarajah TTT keluli 1050 dan media penyejukan yang berkaitan untuk yang berikut (saiz blok keluli adalah 24 mm x 24 mm x 24 mm):

- (i) HRc 40
- (ii) HRc 50
- (iii) HRc 62

Sila ambil perhatian bahawa anda perlu menggunakan suhu dan masa lampau yang bersesuaian, kadar penyejukan atau media yang digunakan, suhu isothermal dan fasa/fasa-fasa jangkaan.

(60 marks/markah)

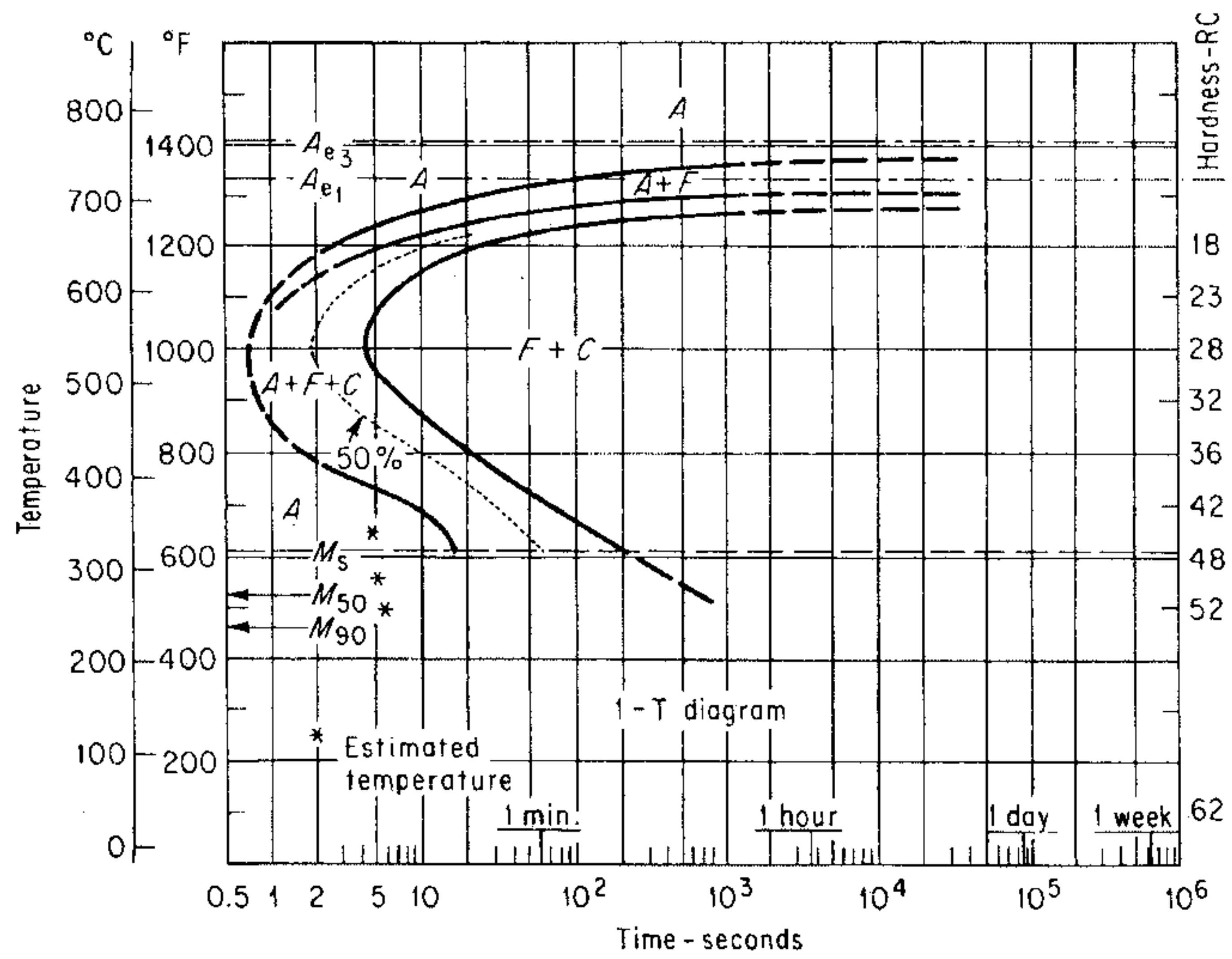


Figure 1 – TTT diagram for 1050 steel

Rajah 1 - Gambarajah TTT untuk keluli 1050

PART C / BAHAGIAN C

6. [a] Give general definition of stainless steel and describe briefly the **THREE (3)** classes of stainless steel. Explain why austenitic stainless steel is the most corrosion resistance.

Beri definisi umum keluli tahan karat dan terangkan TIGA (3) klasifikasi keluli tahan karat. Jelaskan mengapa keluli tahan karat austenitik merupakan keluli yang paling tahan terhadap kakisan.

(30 marks/markah)

- [b] Explain briefly the most important properties of copper.

Terangkan secara ringkas sifat-sifat utama kuprum yang penting?

(30 marks/markah)

- [c] Discuss the effect on ductility, strength and corrosion resistance of copper by increasing additions of zinc.

Bincangkan kesan ke atas kemuluran, kekuatan dan kerintangannya kakisan kuprum dengan peningkatan tambahan zink.

(40 marks/markah)

7. [a] Explain briefly the **THREE (3)** important tests for high temperature studies?

Terangkan secara ringkas TIGA (3) ujian utama untuk kajian pada suhu tinggi.

(30 marks/markah)

- [b] Define creep property. Explain why is this property important for high-temperature application? Sketch a typical creep curve for a metal under constant load and indicate the three stages of creep.

Takrifkan sifat rayapan. Mengapa sifat ini penting untuk aplikasi pada suhu-tinggi? Lukiskan keluk rayapan tipikal untuk logam di bawah beban malar dan tunjukkan pada lekuk tersebut ketiga-tiga peringkat rayapan.

(30 marks/markah)

- [c] Describe briefly the four (4) decomposition structures formed by aging a supersaturated solid solution of Al-4%Cu alloy.

Terangkan secara ringkas empat (4) struktur penguraian yang terhasil oleh penuaan larutan pepejal tertepu-lampau aloi Al-4%Cu.

(40 marks/markah)