
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2007/2008

October/November 2007

EBB 222/4 - Physical Metallurgy **[Metalurgi Fizikal]**

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

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

This paper contains SEVEN questions.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.]

Instructions: Answer any **FIVE** questions. If a candidate answers more than five questions, only the first five answers will be examined and awarded marks.

[Arahan: Jawab **LIMA** soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

Answer to any question must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk setiap 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.]

1. [a] If the yield stress of a FCC metal crystal is 100 MPa in the [010] direction, what is the resolved shear stress for slip in the system $(111)[\bar{1}10]$?

Jika tegasan alah bagi satu hablur logam FCC ialah 100 MPa dalam arah [010], apakah tegasan ricih terlerai bagi sistem gelinciran $(111)[\bar{1}10]$?

(30 marks/markah)

- [b] With the aid of appropriate diagrams, explain how temperature profile of solid-liquid interface influences the shape of solid-liquid interface when metal solidification takes places.

Dengan menggunakan gambarajah yang sesuai, terangkan bagaimana profil suhu pada antaramuka pepejal-cecair mempengaruhi bentuk antaramuka pepejal-cecair ketika pemejalan logam berlaku.

(40 marks/markah)

- [c] At 780°C, solubility of copper in silver is 8.8% and at 600°C, solubility of copper is 3.2%. Calculate the parameter of A and Q_{Cu} (work required to replace 1 mol copper atom in silver solvent).

Given $R = 1.987 \text{ cal/mol}^\circ\text{K}$

Pada 780 °C, keterlarutan kuprum dalam perak ialah 8.8% dan pada 600 °C, keterlarutan kuprum ialah 3.2%. Kirakan nilai pemalar A dan Q_{Cu} (kerja yang diperlukan untuk menggantikan 1 mol atom kuprum ke dalam pelarut perak).

Diberi $R = 1.987 \text{ cal/mol}^\circ\text{K}$

(30 marks/markah)

2. [a] Calculate the minimum diameter of the largest interstice (open space) in BCC molybdenum in which $a = 3.147\text{\AA}$.

Kirakan diameter minimum bagi celahan terbesar (ruangan terbuka) dalam molibdenum BCC yang mempunyai $a = 3.147\text{\AA}$.

(40 marks/markah)

- [b] With the aid of suitable diagrams, explain how do temperature and composition affect the resistivity of Cu-Au Alloys.

Perihalkan pengaruh suhu dan komposisi dan suhu ke atas kerintangan alloy Cu-Au.

(30 marks/markah)

- [c] Describe briefly, in terms of dislocation, strengthening mechanisms for increasing the strength of metals by grain size reduction and particulate dispersion.

Terangkan, mekanisme penguatan yang terlibat untuk meningkatkan kekuatan logam melalui pengurangan saiz butir dan serakan partikel.

(30 marks/markah)

3. [a] Discuss in brief the peritectic and eutectoid transformations in Fe-Fe₃C alloys mentioning the relevant temperature, composition and the phases involved.

Bincangkan secara ringkas penjelmaan peritektik dan eutektoid dalam aloi Fe-Fe₃C dengan menyatakan suhu, komposisi berkaitan dan fasa-fasa yang terlibat.

(50 marks/markah)

- [b] Schematically illustrate the mechanism of growth of pearlite in steel.

Lukiskan secara skema mekanisme tumbesaran pearlit dalam keluli.

(30 marks/markah)

- [c] What is the typical composition range and microstructure of gray cast iron?

Apakah julat komposisi tipikal dan mikrostruktur yang bagi besi tuangan kelabu?

(20 marks/markah)

4. Write short notes on (any four):

- (a) Normalizing
- (b) Pack carburizing
- (c) Electron beam surface hardening
- (d) Major characteristic features of martensitic transformation
- (e) Five important rules of recrystallization

Tulis nota ringkas bagi (mana-mana empat):

- (a) *Penormalan*
- (b) *Penyusukkarbonan bungkus*
- (c) *Pengerasan permukaan alur electron*
- (d) *Ciri utama penjelmaan martensit*
- (e) *Lima aturan penting bagi penghabluran semula*

(100 marks/markah)

5. [a] Draw a typical Continuous Cooling Transformation diagram for the eutectoid steel and mention the phases expected to form under different cooling conditions.

Lukiskan satu rajah penjelmaan penyejukan berterusan tipikal bagi keluli eutektoid dan nyatakan fasa-fasa yang dijangkakan terbentuk di bawah keadaan penyejukan berbeza.

(50 marks/markah)

- [b] Two elements A and B are mutually soluble in liquid state but only have partial solid solubility. Show schematically the equilibrium phase diagram of the alloy system A-B. Assume that the melting points of A and B do not vary widely.

Dua unsur A dan B adalah saling boleh larut dalam keadaan cecair tetapi hanya mempunyai keterlarutan pepejal separa. Tunjukkan secara skema rajah keseimbangan fasa bagi sistem aloi A-B. Andaikan takat lebur A dan B tidak jauh berbeza.

(50 marks/markah)

6. [a] Which series of aluminium wrought alloys are non-heat treatable? Which are heat treatable?

Siri aloi aluminium tempawan manakah yang tidak boleh dirawat haba? Siri aloi yang mana pula boleh dirawat haba?

(20 marks/markah)

- [b] Describe the four decomposition structures created by the aging of a supersaturated solid solution of Al-4% Cu alloy.

Perihalkan empat struktur penguraian yang terhasil oleh penuaan larutan pepejal tertepu-lampau aloi Al-4% Cu.

(60 marks/markah)

- [c] Calculate the wt% θ in an Al-4% Cu alloy which is slowly cooled from 548 to 27°C. Assume the solid solubility of Cu in Al at 27°C is 0.02 wt% and that θ phase contains 54.0 wt% Cu.

Kira % berat θ di dalam aloi Al-4% Cu yang tersejuk perlahan daripada 548 ke 27°C. Andaikan larutan pepejal Cu di dalam Al pada 27°C adalah 0.02% berat, dan fasa θ mengandungi 54.0% berat Cu.

(20 marks/markah)

7. [a] What are the most important properties of copper?

Apakah sifat-sifat kuprum yang utama yang begitu penting?

(30 marks/markah)

- [b] Why are most copper-zinc alloys not age-hardenable? Discuss the effect on strength, ductility and corrosion resistance of copper by increasing additions of zinc.

Mengapakah kebanyakan aloi kuprum-zink tidak boleh dirawat haba? Bincangkan kesan kekuatan, kemuluran dan kerintangan kakisan ke atas kuprum dengan peningkatan penambahan kandungan zink.

(70 marks/markah)