
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2004/2005

October 2004

ZAE 282E/3 - Material Science
[Sains Bahan]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this examination paper consists of **SEVEN** pages of printed material before you begin the examination.

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

Instructions: Answer all **FIVE** (5) questions. Students are allowed to answer all questions in Bahasa Malaysia or in English.

Arahan: *Jawab kesemua **LIMA** (5) soalan. Pelajar dibenarkan menjawab semua soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]*

1. (a) Compare Face Centered Cubic (FCC) crystal structure to Body Centered Cubic (BCC) crystal structure.
 [(a) *Bandingkan struktur hablur Kubus Berpusat Muka (FCC) kepada struktur hablur Kubus Berpusat Jasad (BCC).]* (20/100)
- (b) (i) Show that the atomic packing factor for BCC is 0.68
 [(i) *Tunjukkan bahawa faktor padatan atom untuk BCC ialah 0.68]*
- (ii) Calculate the radius of an iridium (Ir) atom, given that Ir has a FCC crystal structure, a density of 22.4 g/cm^3 and an atomic weight of 192.2 g/mol .
 [(ii) *Kira jejari atom Iridium (Ir), apabila Ir mempunyai struktur hablur FCC, ketumpatan sebanyak 22.4 g/cm^3 dan berat atom sebanyak 192.2 g/mol .]* (30/100)
- (c) Explain the formation of grain boundaries.
 [(c) *Jelaskan pembentukan sempadan-sempadan butiran]* (20/100)
- (d) (i) What is the composition, in atomic percent, of an alloy that consists of 92.5 wt% Ag and 7.5 wt% Cu?
 Atomic weight: Cu = 63.55 g/mol ; Ag = 107.87 g/mol .
 [(i) *Apakah komposisi, dalam peratus atom, suatu aloi yang mengandungi 92.5 wt% Ag dan 7.5 wt% Cu? Berat atom: Cu = 63.55 g/mol ; Ag = 107.87 g/mol .]*
- (ii) What is the composition, in weight percent, of an alloy that consists of 5 at% Cu and 95 at% Pt?
 Atomic weight: Cu = 63.55 g/mol ; Pt = 195.08 g/mol .
 [(ii) *Apakah komposisi, dalam peratus berat, suatu aloi yang mengandungi 5 at% Cu dan 95 at% Pt? Berat atom: Cu = 63.55 g/mol ; Pt = 195.08 g/mol .]* (30/100)

2. (a) Give a brief explanation of diffusion flux.
 [Berikan penjelasan ringkas tentang fluks serapan]

(25/100)

A Tabulation of Diffusion Data

Diffusing Species	Host Metal	$D_0(m^2/s)$	Activation Energy Q_d		Calculated Values	
			kJ/mol	eV/atom	T(°C)	D(m ² /s)
Fe	α -Fe (BCC)	2.8×10^{-4}	251	2.60	500	3.0×10^{-21}
					900	1.8×10^{-15}
Fe	γ -Fe (FCC)	5.0×10^{-5}	284	2.94	900	1.1×10^{-17}
					1100	7.8×10^{-16}
C	α -Fe	6.2×10^{-7}	80	0.83	500	2.4×10^{-12}
					900	1.7×10^{-10}
C	γ -Fe	2.3×10^{-5}	148	1.53	900	5.9×10^{-12}
					1100	5.3×10^{-11}
Cu	Cu	7.8×10^{-5}	211	2.19	500	4.2×10^{-19}
Zn	Cu	2.4×10^{-5}	189	1.96	500	4.0×10^{-18}
Al	Al	2.3×10^{-4}	144	1.49	500	4.2×10^{-14}
Cu	Al	6.5×10^{-5}	136	1.41	500	4.1×10^{-14}
Mg	Al	1.2×10^{-4}	131	1.35	500	1.9×10^{-13}
Cu	Ni	2.7×10^{-5}	256	2.65	500	1.3×10^{-22}

Table 1

- (b) Referring to table 1, (gas constant = 8.31 J/mol -K)
 [(b) Merujuk kepada Jadual 1, (pemalar gas = 8.31 J/mol -K)]
- (i) Compute the value of the diffusion coefficient for the diffusion of zinc in copper at 650°C.
 [(i) Kira nilai koefisien serapan untuk serapan zink dalam kuprum pada 650 °C.]
- (ii) At what temperature will the diffusion coefficient for the diffusion of copper in nickel have a value of $6.5 \times 10^{-17} \text{ m}^2/\text{s}$?
 [(ii) Pada suhu berapakah koefisien serapan untuk serapan kuprum dalam nikel akan mempunyai nilai $6.5 \times 10^{-17} \text{ m}^2/\text{s}$?]
- (iii) Compute the values of the diffusion coefficients for the diffusion of carbon in both α -iron (BCC) and γ -iron (FCC) at 900°C. Which is larger and explain why this is the case?
 [(iii) Kira nilai-nilai koefisien serapan untuk serapan karbon dalam kedua-dua α -besi (BCC) and γ -besi (FCC) pada 900 °C. Yang manakah lebih besar dan jelaskan mengapa terjadi begitu?]

(25/100)

- (c) (i) Give a brief explanation on plastic deformation.
 [(i) Berikan penerangan ringkas tentang canggaan plastik.]
 (ii) Describe the phenomenon of elastic recovery using a stress-strain plot.
 [(ii) Jelaskan fenomena pemulihan elastik menggunakan plot tegasan-terikan.]
 (25/100)
- (d) (i) What is the driving force for recrystallization and for grain growth?
 [(i) Apakah kuasa yang menggalakkan penghabluran semula dan penumbuhan butiran.]
 (ii) Give an explanation on grain growth.
 [(ii) Berikan penjelasan tentang penumbuhan butiran.]
 (25/100)
3. (a) Explain briefly the equilibrium and metastable states.
 [(a) Berikan penjelasan ringkas tentang keadaan keseimbangan dan metastabil.]
 (25/100)
- (b) (i) Cite the difference between eutectic, eutectoid and peritectic reactions.
 [(i) Berikan perbezaan antara tindakbalas-tindakbalas eutektik, eutektoid dan peritektik.]
 (ii) What is the difference between terminal solid solution and intermediate solid solution phases.
 [(ii) Apakah perbezaan antara fasa-fasa larutan pepejal terminal dan larutan pepejal pertengahan.]
 (iii) Distinguish between hypoeutectoid and hypereutectoid steel microstructures.
 [(iii) Bezakan antara mikrostruktur-mikrostruktur hipoeutektoid dan hipereutektoid.]
 (25/100)
- (c) Briefly describe the following phases in Fe-Fe₃C phase diagram:
 [(c) Berikan penerangan ringkas fasa-fasa berikut yang terdapat dalam gambarajah fasa Fe-Fe₃C.]
 (i) Ferrite
 (ii) Austenite
 (iii) δ-ferrite
 (iv) Fe₃C
 (20/100)

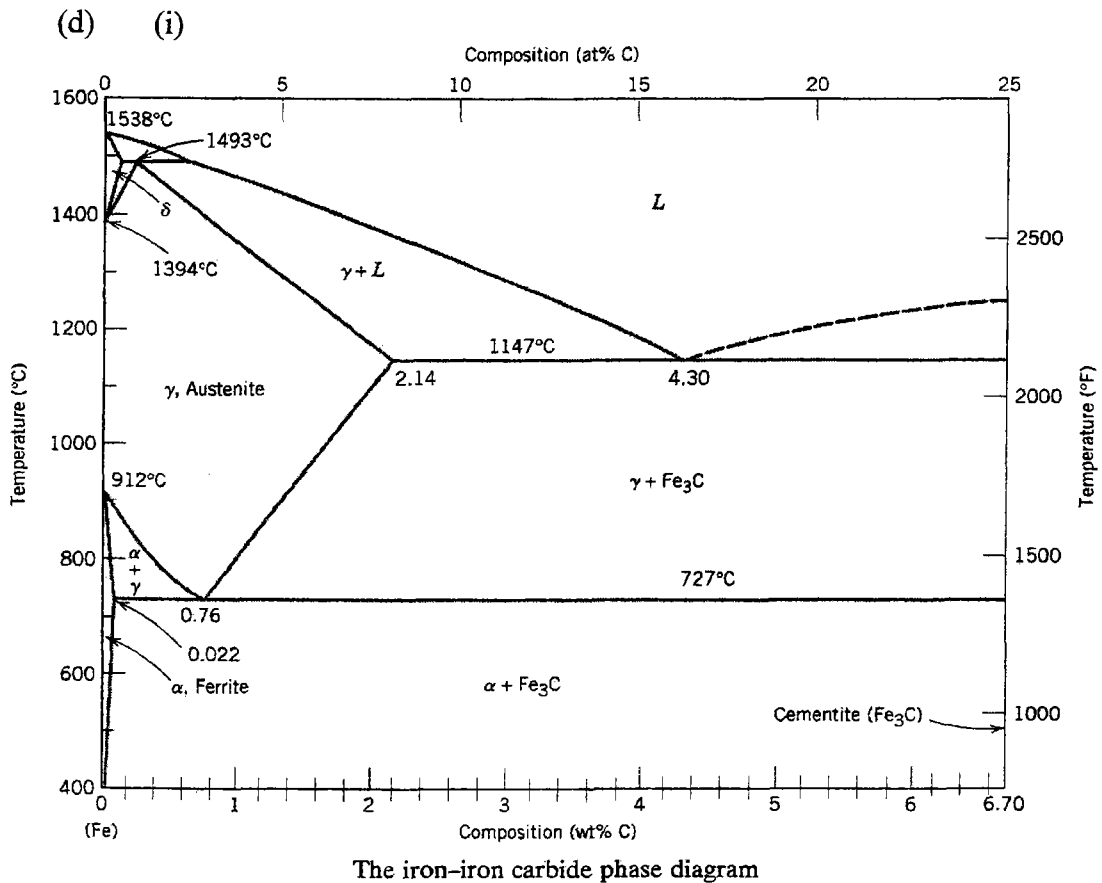


Figure 1

Referring to Figure 1, for a 99.65 wt% Fe – 0.35 wt% C alloy at a temperature just below the eutectoid, determine the following:

[Merujuk kepada Rajah 1, untuk aloi for a 99.65 wt% Fe – 0.35 wt% C pada suhu betul-betul di bawah eutektoid, tentukan yang berikut:]

- The fractions of total ferrite and cementite phases.
[(a) Pecahan fasa-fasa penuh ferit dan simentit.]
- The fractions of the proeutectoid ferrite and pearlite.
[(b) Pecahan ferit proeutektoid dan pearlit.]
- The fraction of eutectoid ferrite.
[(c) Pecahan ferit eutektoid.]

(30/100)

...6/-

4. (a) (i) Cite and briefly explain the three categories of phase transformation.
 [(i) *Berikan dan terangkan dengan ringkas tiga kategori transformasi fasa.*]
- (ii) Name the two stages involved in the process of phase transformation. Briefly describe them.
 [(ii) *Namakan dua peringkat yang terlibat dalam proses transformasi fasa. Terangkan dengan ringkas kedua-duanya.*]
- (iii) Briefly describe the phenomena of superheating and supercooling.
 [(iii) *Terangkan dengan ringkas fenomena superpemanasan dan superpenyejukan.*]
- (20/100)
- (b) (i) Explain the formation of pearlite microstructure.
 [(i) *Jelaskan pembentukan mikrostruktur pearlit.*]
- (ii) Briefly explain why fine pearlite is harder and stronger than coarse pearlite.
 [(ii) *Terangkan dengan ringkas mengapa pearlit halus adalah lebih keras dan kuat berbanding pearlit kasar.*]
- (iii) Cite two major differences between pearlitic and martensitic transformation.
 [(iii) *Berikan dua perbezaan utama antara transformasi pearlit dan martensit.*]
- (iv) Briefly cite the differences between pearlite, bainite and spheroidite relative to microstructure and mechanical properties.
 [(iv) *Berikan dengan ringkas perbezaan-perbezaan antara pearlit, bainit dan sferoidit berhubung kepada ciri-ciri mikrostruktur dan mekanikal.*]
- (50/100)
- (c) (i) Cite the purposes and the stages of annealing.
 [(i) *Berikan tujuan-tujuan dan peringkat-peringkat sepuhlindap.*]
- (ii) Explain the influence of quenching medium, specimen size and geometry on hardenability.
 [(ii) *Jelaskan pengaruh medium penyejukan, saiz dan geometri spesimen ke atas keboleherasan.*]
- (iii) Draw a typical hardenability curve and explain.
 [(iii) *Lukiskan kurva keboleherasan yang tipikal dan jelaskan.*]
- (30/100)