



Final Examination
2017/2018 Academic Session

May/June 2018

JIF419 – Materials Science
[Sains Bahan]

Time : 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

Answer **ALL** questions. You may answer **either** in Bahasa Malaysia or in English.

Read the instructions carefully before answering.

Total marks is 100. The marks for each question is as indicated at the end of the question.

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

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

*Jawab **SEMUA** soalan. Anda dibenarkan menjawab soalan **sama ada** dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.*

Baca arahan dengan teliti sebelum anda menjawab soalan.

Jumlah markah keseluruhan ialah 100. Markah setiap soalan ditunjukkan di hujung soalan.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

Constants:

Avogadro's number, $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ molecules mol⁻¹

Gas constant, $R = 8.31$ J mol⁻¹ K⁻¹

Gravitational acceleration, $g = 9.81$ m s⁻²

Table 1

A Tabulation of Diffusion Data

<i>Diffusing Species</i>	<i>Host Metal</i>	<i>D₀(m²/s)</i>	<i>Q_d(J/mol)</i>
Interstitial Diffusion			
C ^b	Fe (α or BCC) ^a	1.1×10^{-6}	87,400
C ^c	Fe (γ or FCC) ^a	2.3×10^{-5}	148,000
N ^b	Fe (α or BCC) ^a	5.0×10^{-7}	77,000
N ^c	Fe (γ or FCC) ^a	9.1×10^{-5}	168,000
Self-Diffusion			
Fe ^c	Fe (α or BCC) ^a	2.8×10^{-4}	251,000
Fe ^c	Fe (γ or FCC) ^a	5.0×10^{-5}	284,000
Cu ^d	Cu (FCC)	2.5×10^{-5}	200,000
Al ^c	Al (FCC)	2.3×10^{-4}	144,000
Mg ^c	Mg (HCP)	1.5×10^{-4}	136,000
Zn ^c	Zn (HCP)	1.5×10^{-5}	94,000
Mo ^d	Mo (BCC)	1.8×10^{-4}	461,000
Ni ^d	Ni (FCC)	1.9×10^{-4}	285,000
Interdiffusion (Vacancy)			
Zn ^c	Cu (FCC)	2.4×10^{-5}	189,000
Cu ^c	Zn (HCP)	2.1×10^{-4}	124,000
Cu ^c	Al (FCC)	6.5×10^{-5}	136,000
Mg ^c	Al (FCC)	1.2×10^{-4}	130,000
Cu ^c	Ni (FCC)	2.7×10^{-5}	256,000
Ni ^d	Cu (FCC)	1.9×10^{-4}	230,000

Answer **ALL** Questions.

1. (a).

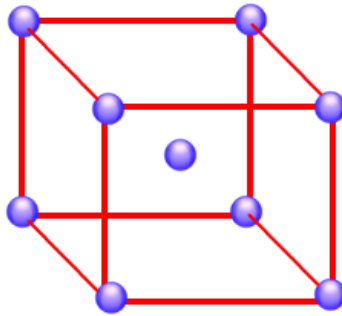


Figure 1

(i). Name the crystal structure in Figure 1.
(2 marks)

(ii). Determine the atomic packing factor for the crystal structure found in (i).
(8 marks)

(b). (i). Determine the difference between the face centered cubic (FCC) and hexagonal closed packed (HCP) in term of stacking sequence.
(6 marks)

(ii). Illustrate a stacking fault in the FCC crystal structures using the stacking sequence notation, (e.g. for a region of perfect FCC crystal: ABCABCABC).
(4 marks)

2. (a). (i). With the help of a diagram, describe the interstitial diffusion and vacancy diffusion phenomena.
(4 marks)

(ii). Explain why interstitial diffusion typically occurs faster than vacancy diffusion.
(6 marks)

(b). State the values of the diffusion coefficients for the inter-diffusion of carbon in both α -iron (BCC) and γ -iron (FCC) at 900 °C. Which is larger? Explain why this is the case.
(10 marks)

...4/-

3. (a). A cylindrical specimen of a titanium alloy having an elastic modulus of 108 GPa and an original diameter of 3.9 mm will experience only elastic deformation when a tensile load of 2000 N is applied. Compute the maximum length of the specimen before deformation if the maximum allowable elongation is 0.42 mm.

(10 marks)

- (b). Figure 2 shows the tensile stress-strain behavior for a metal cylinder with length 0.5 m and radius 0.02 m. (Your answers should include the necessary steps, equations or procedures).

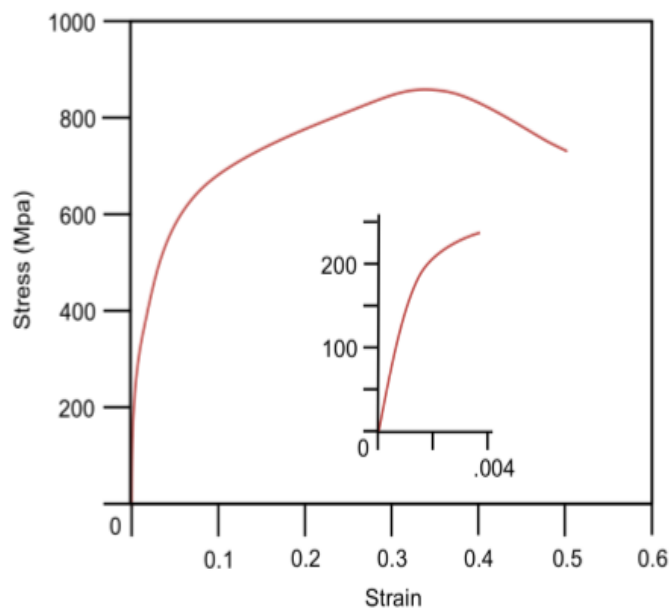


Figure 2

- (i). Determine the modulus of elasticity.
- (ii). Determine the yield strength using strain offset method.
- (iii). Determine the maximum load that can be sustained by the cylinder.
- (iv). The cylinder experiences a tension perpendicular to the circular end with a stress of 150 MPa. Using the modulus of elasticity you found in (i). and assuming entirely elastic deformation, calculate the elongation.

(10 marks)

...5/-

- 5 -

4. (a). (i). Draw the sucrose/water phase diagram.
 (ii). Show the solubility limit in (i).
 (10 marks)

- (b). The lead-tin phase diagram is shown in Figure 3. Consider a 40 wt% Sn-60 wt% Pb alloy on the lead-tin phase diagram, at 183.1 °C, just above the eutectic line.

- (i). What phase(s) is (are) present?
 (ii). What is (are) the composition(s) of the phase(s)?
 (iii). What is the relative amount of each phase present, in mass fraction?

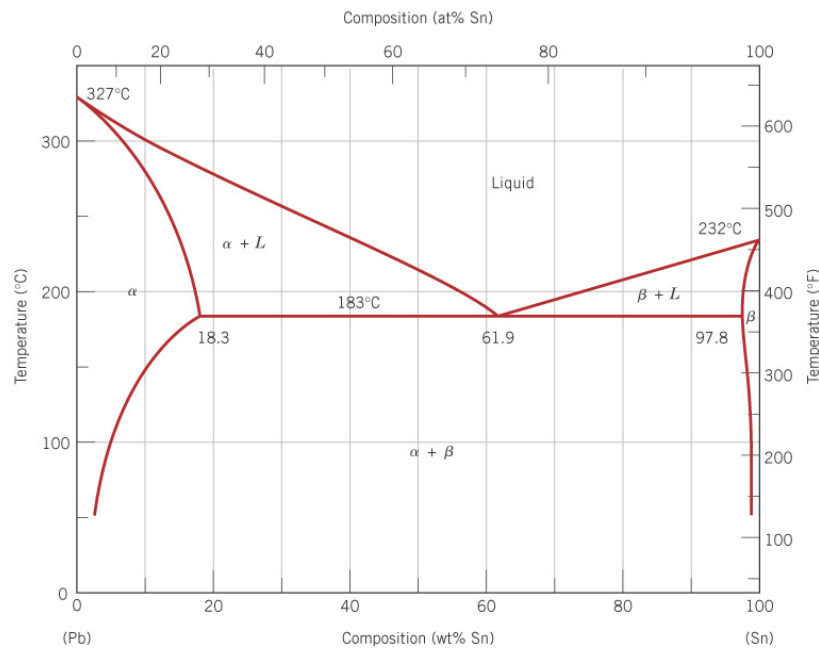


Figure 3

(10 marks)

5. (a). With the help of a diagram, explain the differences between a metal, a semiconductor, and an insulator.
 (Your answer should refer to the Fermi energy).

(15 marks)

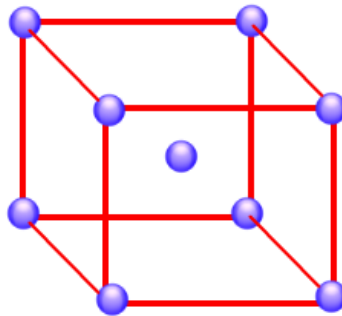
- (b). Briefly explain the relationship between the electron mobility and drift velocity.

(5 marks)

...6/-

Jawab **SEMUA** Soalan

1. (a).



Rajah 1

- (i). Namakan struktur hablur pada Rajah 1. (2 markah)
- (ii). Tentukan faktor padatan atom bagi struktur kristal di (i). (8 markah)

- (b). (i). Tentukan perbezaan antara kekisi berpusatkan muka (FCC) dan hexsagon terpadat rapat (HCP) dari segi menyusun susunan. (6 markah)
- (ii). Gambarkan kesilapan susunan di struktur kristal FCC menggunakan notasi urutan susunan, contohnya untuk kawasan kristal FCC yang sempurna: ABCABCABC. (4 markah)

- 2. (a). (i). Dengan bantuan gambar rajah, perihalkan fenomena peresapan interstis dan peresapan kekosongan. (4 markah)
- (ii). Terangkan mengapa resapan interstis biasanya berlaku lebih cepat berbanding resapan kekosongan. (6 markah)

- (b). Nyatakan nilai pekali peresapan untuk peresapan karbon antara kedua-dua α -besi (BCC) dan γ -besi (FCC) pada 900 °C. Mana yang lebih besar? Terangkan mengapa ini berlaku. (10 markah)

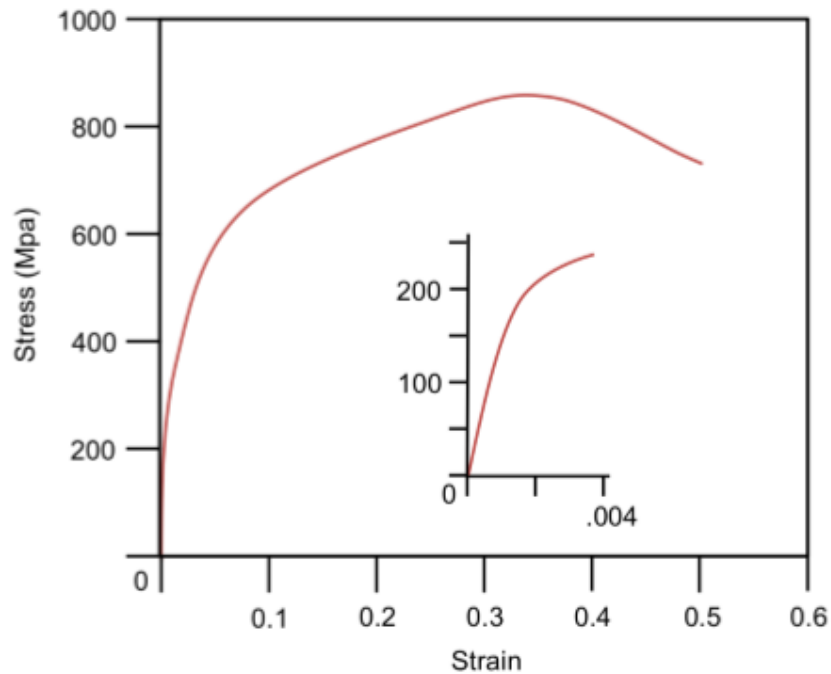
...7/-

- 7 -

3. (a). Spesimen silinder dari aloi titanium yang mempunyai modulus elastik 108 GPa dan diameter asal 3.9 mm akan mengalami hanya perubahan bentuk elastik apabila beban tegangan 2000 N dikenakan. Kirakan panjang maksimum spesimen sebelum perubahan bentuk jika pemanjangan maksimum yang dibenarkan ialah 0.42 mm.

(10 markah)

- (b). Rajah 2 menunjukkan kelakuan tegasan-terikan bagi satu silinder logam 0.5 m panjang dengan radius 0.02 m. (Bagi kredit penuh, mesti menunjukkan langkah-langkah dan persamaan, dan menunjukkan prosedur yang perlu pada plot).



Rajah 2

- (i). Tentukan modulus keanjalan
- (ii). Tentukan kekuatan alah untuk kaedah terikan imbang
- (iii). Tentukan beban maksimum yang boleh dikekalkan oleh silinder
- (iv). Silinder mengalami ketegangan serenjang pada hujung bulat oleh tegasan 150 MPa. Dengan menggunakan modulus keanjalan dari (i). dan menganggap cagaran kenyal, kira pemanjangan yang berlaku.

(10 markah)

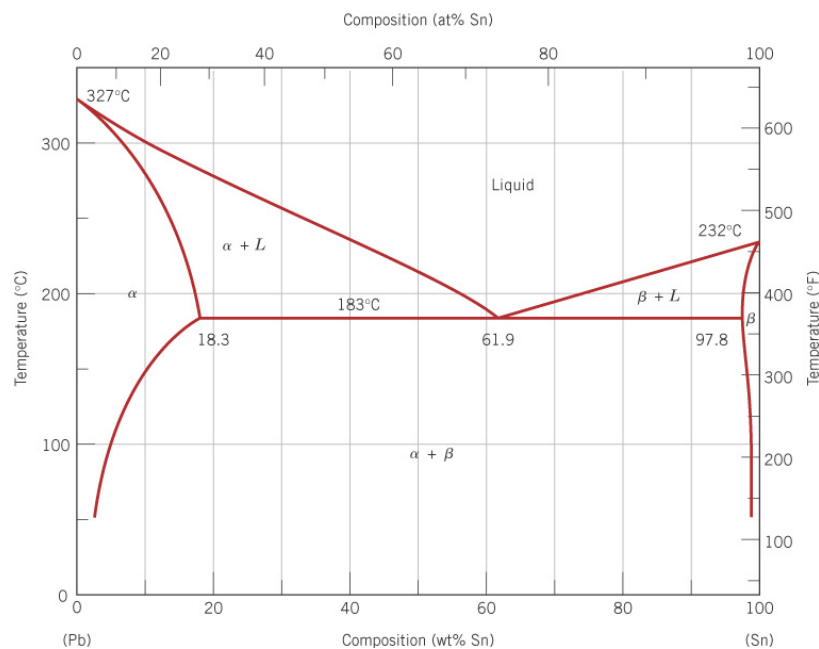
...8/-

- 8 -

4. (a). (i). Lakarkan gambar rajah fasa sukrosa/air.
 (ii). Tunjukkan had keterlarutan pada (i).
 (10 markah)

- (b). Gambar rajah fasa plumbum-timah ditunjukkan dalam Rajah 3. Pertimbangkan 40 % Sn-60 % Pb pada rajah fasa plumbum pada 183.1 °C, tepat di atas garis eutektik.

- (i). Apakah fasa yang hadir?
 (ii). Apakah kandungan komposisi fasa?
 (iii). Berapakah jumlah relatif setiap fasa yang hadir, dalam pecahan jisim?



Rajah 3

(10 markah)

5. (a). Dengan bantuan gambar rajah, terangkan perbezaan antara logam, semikonduktor, dan penebat. Bincangkan tenaga Fermi apabila menerangkan perbezaan ini.

(15 markah)

- (b). Terangkan secara ringkas hubungan antara pergerakan elektron dan halaju hanyut.

(5 markah)

- oooOooo -