
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2012/2013

January 2013

EBB 113/3 – Engineering Materials ***[Bahan Kejuruteraan]***

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains TEN printed pages and ONE page APPENDIX before you begin the examination.

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

This paper consists of SIX questions.

[Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan.]

Instruction: Answer **ALL** questions.

Arahan: Jawab **SEMUA** soalan

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 diguna pakai.]

1. [a] List five (5) main classifications of engineering materials.

Senaraikan lima (5) klasifikasi utama bahan-bahan kejuruteraan.

(20 marks/markah)

- [b] Write the important properties for the above mentioned engineering materials (Refer to question 1[a]).

Tulis sifat-sifat penting bagi setiap bahan-bahan kejuruteraan yang disebutkan di atas (Rujuk soalan 1[a]).

(50 marks/markah)

- [c] Describe the properties of the following materials in (i and ii) and relate with the application:

Huraikan sifat-sifat bahan berikut (dalam i dan ii) dan kaitkan dengan aplikasinya:

- (i) Aluminum for airplane bodies.

Aluminium untuk badan kapal terbang.

(15 marks/markah)

- (ii) A cobalt chrome molybdenum alloy for hip implant.

Aloi krom kobalt molibdenum untuk implan pinggul.

(15 marks/markah)

2. [a] Describe in words and illustrate in figures the following imperfections that can exist in crystal lattices.

Terangkan dengan perkataan dan ilustrasi tentang kecacatan berikut yang wujud di dalam kekisi hablur.

- (i) Frenkel Imperfection.

Kecacatan Frenkel.

(10 marks/markah)

- (ii) Schottky Imperfection .

Kecacatan Schottky.

(10 marks/markah)

- (iii) Is it possible to have a Frenkel defect in the covalent crystal and why?

Mungkinkah terdapat kecacatan Frenkel dalam hablur kovalen dan apa sebabnya?

(10 marks/markah)

- [b] Name three (3) modes of dislocations and give three (3) examples of interfacial defects.

Namakan tiga (3) mod kehelan dan berikan tiga (3) contoh kecacatan antaramuka.

(30 marks/markah)

- [c] A gear made of 1020 steel (0.2 wt% C) is to be carburizing at 927°C. Calculate the carbon content at 1 mm below the surface of the gear after a 7 hour carburization time. Assume the carbon content at the surface of the gear is 1.15 wt %. Diffusion coefficient D (C in γ iron) at 927°C = $1.28 \times 10^{-11} \text{m}^2/\text{s}$.

Sebuah gear yang diperbuat daripada keluli 1020 (0.2 wt% C) dikenakan proses penusuk karbonan pada suhu 927°C. Hitungkan kandungan karbon pada 1 mm di bawah permukaan gear selepas pengkarbonan selama 7 jam. Anggapkan kandungan karbon pada permukaan gear adalah 1.15 wt%. Pemalar resapan D (C dalam besi γ) pada 927°C adalah $1.28 \times 10^{-11} \text{m}^2/\text{s}$.

(40 marks/markah)

3. [a] Cooling points data are shown in Table 1 for several Mo-V alloys. Based on these data, construct the Mo-V Binary phase diagram.

Data titik penyejukan untuk beberapa aloi Mo-V ditunjukkan di dalam Jadual 1. Berdasarkan data tersebut, binakan gambarajah fasa Binari Mo-V berkenaan.

Table 1: Cooling Points Data

Jadual 1: Data Titik Penyejukan

Composition / Komposisi (%V)	T _{liquidus} (°C)	T _{solidus} (°C)
0	2630	-
20	2500	2320
40	2360	2160
60	2220	2070
80	2100	1970
100	1930	-

(60 marks/markah)

- [b] Based from part [a] for 70 wt% Mo at 2400°C, determine:
- (i) what phase(s) is (are) present?
 - (ii) what is (are) the composition of the phase(s)?
 - (iii) what is (are) the weight fraction(s)?

Berdasarkan bahagian [a] bagi 70% Mo pada 2400°C, tentukan:

- (ii) apakah fasa yang hadir?*
- (iii) apakah komposisi fasa yang hadir?*
- (iv) apakah pecahan berat?*

(40 marks/markah)

4. [a] Explain briefly the difference between the hardness and hardenability. What is the effect of alloying elements (other than carbon) have on the shape of the hardenability curve? Explain briefly this effect.

Terangkan secara ringkas perbezaan di antara kekerasan dan kebolehkerasan. Apakah pengaruh kehadiran unsur aloi (selain daripada karbon) terhadap bentuk keluk kebolehkerasan? Terangkan secara ringkas kesan ini.

(25 marks/markah)

- [b] Sketch portion of a linear polypropylene molecule that are:
- (i) syndiotactic.
 - (ii) atactic.
 - (iii) isotactic.

Lakarkan bahagian molekul polipropilena linear yang:

- (i) sindiotaktik.*
- (ii) ataktik.*
- (iii) isotaktik.*

(15 marks/markah)

- [c] A continuous and aligned fiber-reinforced composites consisting of 45 vol % aramid fibers and 55 vol % of a polycarbonate matrix, mechanical characteristics of these two materials are as follows:

	Modulus of Elasticity [GPa]	Tensile Strength [MPa]
Aramid fiber	131	3600
Polycarbonate	2.4	65

Satu gentian komposit secara berterusan dan tersusun bertetulang yang dihasilkan terdiri daripada 45 % isipadu gentian aramid dan 55 % isipadu matriks polikarbonat, ciri-ciri mekanikal kedua-dua bahan adalah seperti berikut:

	Modulus Keanjalan [GPa]	Kekuatan Tegangan [MPa]
<i>Gentian aramid</i>	<i>131</i>	<i>3600</i>
<i>Polikarbonat</i>	<i>2.4</i>	<i>65</i>

Assume that the composite has cross sectional area of 480 mm² and is subjected to a longitudinal load of 53 400 N.

Anggapkan bahawa komposit tersebut mempunyai luas keratan rentas 480 mm² dan tertakluk kepada beban membujur 53 400 N.

- (i) Calculate the fiber-matrix load ratio.

Kirakan nisbah beban gentian-matrik.

(15 marks/markah)

- (ii) Calculate the actual load carried by both fiber and matrix phases.

Kirakan beban sebenar yang ditanggung oleh kedua-dua gentian dan fasa matriks.

(15 marks/markah)

...7/-

- (iii) Compute the magnitude of the stress on each of the fiber and matrix phases.

Kirakan magnitud tegasan pada setiap fasa gentian dan matrik.

(20 marks/markah)

- (iv) Calculate the strain experienced by the composites.

Kirakan terikan yang dialami oleh komposit tersebut.

(10 marks/markah)

5. [a] Compute the atomic packing factor for the rock salt crystal structure in which $r_C/r_A = 0.414$.

Kirakan faktor pepadatan atom untuk hablur garam batuan dengan nisbah jejari kation kepada anion (r_C/r_A) = 0.414.

(30 marks/markah)

- [b] Explain why Bentonite ($Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$) is used to seal oil wells? State three (3) properties of Bentonite that allow it to do this effectively.

Terangkan mengapa Bentonit ($Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$) digunakan untuk menutup telaga minyak? Berikan tiga (3) sifat Bentonit yang membolehkan bahan ini berkesan untuk penggunaan tersebut.

(30 marks/markah)

- [c] Soda and lime are added to a glass batch in the form of soda ash (Na_2CO_3) and limestone (CaCO_3). During heating, these two ingredients decompose to give off carbon dioxide (CO_2), the resulting products being soda and lime. Estimate the weight of soda ash and limestone that must be added to 125 kg of quartz (SiO_2) to yield a glass of composition 78 wt% SiO_2 , 17 wt% Na_2O , and 5 wt% CaO . It is given molecular weight for $\text{Na} = 22.9 \text{ g/mol}$, $\text{Si} = 28.1 \text{ g/mol}$, $\text{Ca} = 40.1 \text{ g/mol}$, $\text{C} = 12.0 \text{ g/mol}$ and $\text{O} = 16.0 \text{ g/mol}$.

Soda (Na_2O) dan kapur (CaO) dicampurkan untuk menjadi gelas dengan campuran asalnya, soda abu (Na_2CO_3) dan batu kapur (CaCO_3). Semasa pemanasan, kedua-dua bahan ini terurai dan gas karbon dioksida (CO_2) terlepas. Anggarkan berat soda abu dan batu kapur yang perlu dicampurkan dengan 125 kg silika (SiO_2) untuk menghasilkan gelas dengan komposisi berikut. Komposisi gelas yang diperlukan ialah 78% wt% SiO_2 , 17 wt% Na_2O dan 5 wt% CaO . Diberikan berat jisim atom untuk $\text{Na} = 22.9 \text{ g/mol}$, $\text{Si} = 28.1 \text{ g/mol}$, $\text{Ca} = 40.1 \text{ g/mol}$, $\text{C} = 12.0 \text{ g/mol}$ dan $\text{O} = 16.0 \text{ g/mol}$.

(40 marks/markah)

6. [a] (i) Define electrical conductivity of a material.

Takrifkan konduktiviti elektrik bagi sesuatu bahan.

(10 marks/markah)

- (ii) A wire whose diameter is 0.15 cm and length is 1 m must carry a 15 A current. The maximum power dissipation along the wire is 4 W/m. Calculate the minimum allowable conductivity of the wire in $(\Omega.m)^{-1}$ in this application. (Given $P = iV$, where P = power, i = current and V = voltage).

Sejalur wayar dengan diameter 0.15 sm dan panjang 1 m membawa arus 15 A. Kuasa maksima yang lesap sepanjang wayar ini ialah 4 W/m. Kirakan konduktiviti minimum yang diperlukan untuk aplikasi ini dalam $(\Omega.m)^{-1}$. (Diberikan $P = iV$, di mana P = kuasa, i = arus dan V = voltan).

(50 marks/markah)

- [b] (i) Why the electrical conductivity of intrinsic silicon increases with increasing the temperature?

Kenapa konduktiviti elektrik bagi silikon intrinsik meningkat dengan peningkatan suhu?

(10 marks/markah)

- (ii) What are the majority and minority charge carriers of a boron doped silicon wafer?

Apakah pembawa caj majoriti dan minoriti bagi wafer silikon yang didopkan dengan boron?

(10 marks/markah)

- (iii) Illustrate separate energy band diagrams showing donor and acceptor levels for boron doped silicon and phosphorus doped silicon. Why the electrical conductivity of the silicon changes with addition of these dopants?

Lakarkan gambarajah jalur tenaga yang berasingan untuk menunjukkan aras penerima dan aras penderma bagi silikon yang didopkan dengan boron dan fosforus. Kenapa konduktiviti silikon berubah dengan penambahan dopan ini?

(20 marks/markah)