

SULIT



First Semester Examination
2022/2023 Academic Session

February 2023

EBB 113 – Engineering Materials
[Bahan Kejuruteraan]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains **FIFTEEN** (15) printed pages before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LIMA BELAS** (15) muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

Instructions : Answer **FIVE (5)** questions. **PART A is COMPULSORY.** Answer **ONE** question from each PART B, C, D and E. All questions carry the same marks.

[Arahan : Jawab **LIMA (5)** soalan. **Bahagian A WAJIB dijawab.** Jawab **SATU** soalan dari setiap Bahagian B, C, D dan E. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]

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

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

...2/-

SULIT

PART A / BAHAGIAN A

(1). (a). Briefly describe the following materials:

Huraikan secara ringkas bahan-bahan berikut:

- (i). Metal / Logam
- (ii). Ceramic / Seramik
- (iii). Polymer / Polimer
- (iv). Composite / Komposit
- (v). Advanced materials / Bahan termaju

(5 marks/markah)

(b). Zirconium oxide (ZrO_2) is a tough and high strength ceramic material. Considering the properties, would you select this material for coiled spring? State your reasons.

Zirkonium oksida (ZrO_2) adalah jenis bahan seramik dengan sifat ketahanan dan kekuatan yang tinggi. Dengan mengambil kira sifat-sifat bahan, adakah anda akan memilih bahan ini sebagai pegas gegelung? Nyatakan alasan anda.

(5 marks/markah)

(c). A cylindrical specimen of 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. Calculate the maximum length of the specimen before deformation if the maximum allowable elongation is 0.42 mm.

Satu spesimen silinder aloi titanium yang mempunyai modulus elastik 108 GPa dan diameter asal 3.9 mm akan mengalami hanya ubah bentuk elastik apabila beban tegangan 2000 N dikenakan. Hitung panjang maksimum spesimen sebelum ubah bentuk jika pemanjangan maksimum yang dibenarkan ialah 0.42 mm.

(5 marks/markah)

...3/-

- (d). Name two examples of thermoplastic materials and explain why thermoplastic materials can be reformed by reheating.

Namakan dua contoh bahan termoplastik dan terangkan mengapa bahan termoplastik boleh dibentuk semula setelah dipanaskan semula.

(5 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

- (2). (a). (i). Briefly describe semiconducting materials.
Huraikan secara ringkas bahan semikonduktor.
(2 marks/markah)
- (ii). With the help of a schematic diagram, explain the type of bonding that exists between silicon atoms.
Dengan bantuan gambarajah skematik, terangkan jenis ikatan yang terbentuk di antara atom-atom silikon.
(4 marks/markah)
- (iii). Name the crystal structure for silicon.
Namakan struktur hablur bagi silikon.
(2 marks/markah)
- (b). For an FCC unit cell,
Untuk sel unit KBM,
- (i). Show how many atoms are there inside the unit cell.
Tunjukkan berapa banyak atom di dalam sel unit.
(2 marks/markah)
- (ii). State the coordination number for the atoms in FCC unit cell
Apakah number koordinasi bagi atom di dalam unit sel KBM.
(2 marks/markah)

...5/-

- (iii). Relate between the length of lattice constant, a , of an FCC unit cell and the radius, R , of its atoms.

Kaitkan di antara jarak pemalar kekisi, a , bagi sel unit KBM dan jejari atomnya, R .

(4 marks/markah)

- (iv). Compute the atomic packing factor?
Kirakan faktor kepadatan atom.

(4 marks/markah)

- (3). (a). (i). Define what are materials ?
Apakah maksud bahan ?

(1 marks/markah)

- (ii). State **FIVE** important materials properties.
*Nyatakan **LIMA** sifat-sifat penting bagi bahan .*

(3 marks/markah)

- (b). (i). Explain why the melting temperature of simple thermoplastic polymers, such as polyethylene and polystyrene, is expected to be very low compared with that of metals and ceramics.

Jelaskan, kenapa takat lebur bagi bahan polimer termoplastik mudah, seperti polietilena dan polistirena, dijangkakan sangat rendah berbanding dengan bahan logam dan seramik.

(3 marks/markah)

- (ii). Aluminium and silicon are side by side in a periodic table. Explain which one of these two material have higher modulus of elasticity (E)?

Aluminium dan silikon berada bersebelahan didalam jadual berkala. Terangkan antara dua bahan ini yang mana satukah mempunyai nilai modulus keanjalan (E) yang tinggi.

(3 marks/markah)

- (c). Compute the planar atomic density in atoms per nanometer square for the following planes in BCC lithium which has a lattice constant of 0.35089 nm.

Kirakan ketumpatan planar dalam unit atom per nanometer persegi bagi satah-satah KBJ litium berikut di mana kekisi ialah 0.35089 nm.

- (i). (100)
(ii). (110)

(10 marks/markah)

#

PART C / BAHAGIAN C

- (4). (a). A sheet of titanium alloy 2.0 mm thick is exposed to nitrogen atmosphere on both sides at 1200°C and is permitted to achieve a steady-state diffusion. The diffusion coefficient for nitrogen in titanium alloy at this temperature is $6 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$ and the diffusion flux is found to be $1.2 \times 10^{-7} \text{ kg/m}^2.\text{s}$. The concentration of nitrogen in titanium alloy at high-pressure surface is 5 kg/m^3 .

Satu kepingan aloi titanium dengan ketebalan 2.0 mm terdedah kepada atmosfera nitrogen pada kedua belah permukaan pada suhu 1200°C dan mencapai keadaan resapan mantap. Pekali resapan nitrogen di dalam aloi titanium pada suhu ini adalah $6 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$ dengan nilai fluks resapan sebanyak $1.2 \times 10^{-7} \text{ kg/m}^2.\text{s}$. Kepekatan nitrogen pada permukaan bertekanan tinggi aloi titanium adalah 5 kg/m^3 .

Answer the following questions:

Jawap soalan-soalan berikut:

- (i). Estimate the value of concentration of nitrogen at 1.5 mm beneath from the surface.

Anggarkan nilai kepekatan nitrogen pada jarak 1.5 mm dari permukaan kepingan aloi titanium.

- (ii). State the assumption made in question (i)
Nyatakan anggapan dibuat untuk soalan (i).

...8/-

- (iii). What is the significance of diffusion coefficient for diffusion process? Explain.

Apakah kepentingan nilai pekali resapan di dalam proses resapan. Terangkan.

(10 marks/markah)

- (b). Choose one of the following, and write a short note on the application of diffusion:

Pilih satu daripada yang berikut, dan tuliskan nota ringkas tentang aplikasi resapan:

- (i). Improving hardness of steel surface
Penambahbaikan kekerasan pada permukaan keluli
- (ii). Diffusion in silicon wafers for integrated circuit
Resapan di dalam wafer silikon bagi litar bersepadu
- (iii). Purification of gases
Penulenan gas

(4 marks/markah)

- (c). Distinguish between substitutional and interstitial defects in solid solution.

Bezakan di antara kecacatan penggantian dan celahan di dalam larutan pepejal.

(6 marks/markah)

...9/-

- (5). (a). A diffusion couple is formed when two different materials (example metal J and K) are allowed to interdiffuse at elevated temperature. Table 1 shows the concentration of atom for metal J over a range of 300 μm on either side of the original interface ($x = 0$) after 1.5 hours and 3.0 hours.

Suatu pasangan resapan dibentuk apabila dua bahan berbeza (contoh logam J dan K) dibenarkan untuk melalui proses antara resapan pada suhu tinggi. Jadual 1 menunjukkan kepekatan atom bagi logam J pada julat jarak 300 μm pada kedua belah permukaan antaramuka ($x=0$) selepas 1.5 dan 3.0 jam.

- (i). Construct the concentration profile from the data given. Your plot must have centre at 0 μm .

Bina profil kepekatan daripada data yang diberikan. Plot graf anda mesti mempunyai pusat pada jarak 0 μm .

(10 marks/markah)

- (ii). This profile followed Fick's first law or Fick's second law? State the reason.

Adakah profil terhasil mematuhi hukum Fick pertama atau kedua? Nyatakan alasan.

(4 marks/markah)

...10/-

Table 1/*Jadual 1*: Concentration of atom metal J over a range of distance at 2 different time / *Kepekatan atom logam J dalam julat jarak pada 2 tempoh masa berbeza*

X (μm)	C_x (at% J) after 1.5 hour/ C_x (at% J) selepas 1.5 jam	C_x (at% J) after 3.0 hour/ C_x (at% J) selepas 3 jam
+300	0.5	2
+250	0.5	4.5
+200	0.93	8.8
+150	3.9	16
+ 100	13	26
+50	29	38
0	50	50
-50	75	64
-100	90	77
-150	95	88
-200	98	93
-250	99	98
-300	99	99

- (b). Briefly explain how 2 different elements (example copper and nickel) could form a solid solution compound.

Terangkan secara ringkas bagaimanakah 2 elemen berbeza (sebagai contoh kuprum dan nikel) boleh membentuk sebatian larutan pepejal.

(6 marks/markah)

...11/-

PART D / BAHAGIAN D

- (6). Most ceramic materials suffer fracture before the onset of plastic deformation. Plastic deformation is different for crystalline and noncrystalline ceramics.

Kebanyakan bahan seramik patah sebelum bermulanya ubah bentuk plastik. Ubah bentuk plastik adalah berbeza bagi seramik berhablur dan tidak berhablur.

- (a). Briefly explain the slip movement in crystalline ceramic and its influences on the properties of a ceramic material.

Terangkan secara ringkas pergerakan gelincir di dalam seramik berhablur dan pengaruhnya terhadap sifat bahan seramik.

(5 marks/markah)

- (b). State three (3) reasons that restrict the movement of slip in crystalline ceramics.

Nyatakan tiga (3) sebab yang menghalang pergerakan gelincir di dalam seramik berhablur.

(5 marks/markah)

- (c). Explain the plastic deformation in noncrystalline ceramics.

Terangkan ubah bentuk plastik di dalam seramik tak berhablur

(10 marks/markah)

- (7). (a). Describe and illustrate the 3 stages in the ductile and brittle fracture of a metal.

Terangkan dan lakarkan 3 peringkat dalam kegagalan mulur dan rapuh bagi logam.

(10 marks/markah)

- (b). State and briefly describe the 3 fabrication methods for metal.

Nyatakan dan huraikan secara ringkas 3 kaedah fabrikasi untuk logam.

(5 marks/markah)

- (c). Define ferrous alloy and briefly describe the importance of ferrous alloy as engineering construction material.

Takrif aloi ferus dan huraikan secara ringkas kepentingan aloi ferus sebagai bahan pembinaan kejuruteraan.

(5 marks/markah)

PART E / BAHAGIAN E

- (8). (a). Molecular shape is one of the factors that affects the final properties of polymer. Define molecular shape/conformation of polymer. Describe the main characteristic of polymer affected by molecular shape.

Bentuk molekul adalah salah satu faktor yang mempengaruhi sifat akhir polimer. Takrifkan bentuk/konformasi molekul polimer. Huraikan ciri utama polimer yang dipengaruhi oleh bentuk molekul.

(7 marks/markah)

- (b). Describe the main differences between thermoplastic and thermoset polymer in terms of structure, bonding, and characteristics upon heating. Additionally, compare the basic principles in processing of thermoplastic and thermoset polymer.

Huraikan perbezaan utama antara polimer termoplastik dan termoset dari segi struktur, ikatan, dan ciri-ciri semasa dipanaskan. Selain itu, bandingkan prinsip asas dalam pemprosesan polimer termoplastik dan termoset.

(7 marks/markah)

- (c). A continuous and aligned fiber-reinforced composite is to be produced consisting of 30 vol% E-glass fiber and 70 vol% of a epoxy matrix; mechanical characteristics of these two materials are as follows:

	Modulus of Elasticity [GPa]	Tensile Strength [MPa]
E-glass fiber	76	3400
Epoxy	3	68

...14/-

- 14 -

Satu gentian komposit secara berterusan dan tersusun bertetulang yang dihasilkan terdiri daripada 30% isipadu gentian kaca E dan 70% isipadu matriks epoksi; ciri-ciri mekanikal kedua-dua bahan adalah seperti berikut:

	Modulus Keanjalan [GPa]	Kekuatan Tegangan [MPa]
Gentian kaca E	76	3400
Epoksi	3	68

Also, the stress on the epoxy matrix when the carbon fiber fail is 40 MPa. For this composite, compute

Juga, tegasan ke atas matriks nilon 6,6 apabila gentian karbon gagal adalah 40 MPa. Untuk komposit ini, kirakan

- (i). the longitudinal tensile strength, and
kekuatan tegangan membujur, dan

(3 marks/markah)

- (ii). the longitudinal modulus of elasticity
modulus keanjalan membujur

(3 marks/markah)

- (9). (a). Briefly explain how molecular weight and degree of crystallinity influence the tensile strength of a semicrystalline polymer and explain why.

Terangkan secara ringkas bagaimana berat molekul dan peratus kehabluran mempengaruhi kekuatan tegangan polimer semihablur dan terangkan mengapa.

(7 marks/markah)

...15/-

- (b). Sketch schematic plots of the three characteristic stress-strain behaviors observed for polymeric materials and briefly discuss the relationship between the structures and the mechanism of deformation observed for the three types of polymers.

Lakarkan plot skematik bagi tiga ciri tegangan-terikan yang diperhatikan untuk bahan polimer dan bincangkan secara ringkas hubungan antara struktur dan mekanism ubah bentuk yang diperhatikan untuk tiga jenis polimer.

(7 marks/markah)

- (c). State ONE processing method for production of composite materials and briefly describe the processing steps involved.

Nyatakan SATU kaedah pemprosesan untuk penghasilan bahan-bahan komposit dan huraikan secara ringkas langkah-langkah pemprosesan yang terlibat.

(6 marks/markah)

#

-oooOooo -