

**PART A / BAHAGIAN A**

- (1). (a). State the **FOUR** main classes of engineering materials. Give **ONE** examples for each class of engineering materials.

*Nyatakan **EMPAT** pengkelasan bahan kejuruteraan. Berikan **SATU** contoh bagi setiap pengkelasan bahan kejuruteraan.*

(5 marks/markah)

- (b). Given that a steel bar with cross area of  $50 \text{ mm}^2$  is subjected to tensile force of 1000 N. Compute the density of steel bar. Given the length of bar is 50 cm and gravitational acceleration,  $g$  is  $9.8 \text{ m/s}^2$

*Diberi suatu keluli bar dengan keratan rentas  $50 \text{ mm}^2$  dikenakan tegasan tegangan sebanyak 1000 N. Kirakan ketumpatan keluli bar ini. Diberikan panjang bar adalah 50 cm dan pecutan graviti,  $g$  ialah  $9.8 \text{ m/s}^2$ .*

(5 marks/markah)

- (c). A structural plate component of an engineering design must support 207 MPa in tension. If aluminum alloy 2024-T851 is used for this application, calculate the largest internal flaw size that this material can support. Given  $Y = 1$ ,  $K_{1C} = 26.4$ .

*Satu komponen plat struktur bagi rekabentuk kejuruteraan mesti menyokong tegangan sebanyak 207 MPa. Jika aloi aluminium 2024-T851 digunakan untuk aplikasi ini, kira saiz kecacatan dalaman terbesar yang boleh disokong oleh bahan ini. Gunakan  $Y = 1$ .  $K_{1C} = 26.4$*

(5 marks/markah)

...3/-

- (d). Name **TWO** common examples of thermoset materials. Explain why thermoset materials cannot be reformed by reheating.

*Namakan **DUA** contoh biasa bahan thermoset. Terangkan mengapa bahan termoset tidak boleh dibentuk semula setelah dipanaskan semula.*

(5 marks/markah)

**PART B / BAHAGIAN B**

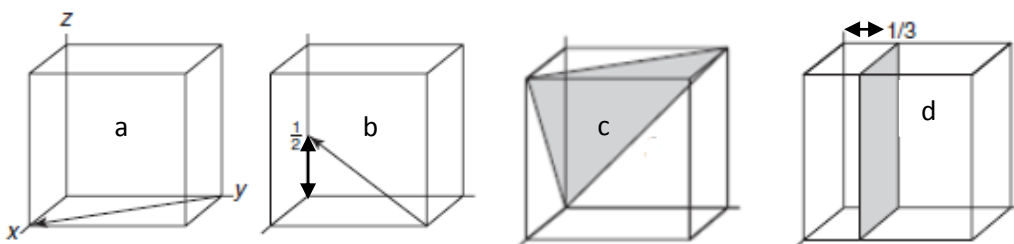
- (2). (a). List **THREE** type of materials that commonly used to make the container for carbonated drink. Give **ONE** advantages and **ONE** disadvantages for all three materials that you have choose. (All **THREE** materials must choose from different class of materials)

*Senaraikan **TIGA** jenis bahan yang biasa digunakan sebagai bekas bagi air minuman bergas. Bagi ketiga-tiga bahan yang dipilih, berikan **SATU** kelebihan dan **SATU** kekurangan setiap bahan tersebut. (Bahan-bahan yang dipilih mestilah dari pengkelasan bahan yang berbeza)*

(9 marks/markah)

- (b) Determined the miller indices for the directions and planes in the following unit cell:

*Terangkan index miller bagi arah dan satah di dalam unit cell berikut:*



(6 marks/markah)

- (c). A X-ray diffractometer recorder chart for an element that has either the BCC or the FCC crystal structure showed diffraction peaks at the following  $2\theta$  angles:  $38.60^\circ$ ,  $55.71^\circ$ ,  $69.70^\circ$ ,  $82.55^\circ$ ,  $95^\circ$ , and  $107.67^\circ$ . Wavelength  $\lambda$  of the incoming radiation is 0.15405 nm.

...5/-

Carta perakam pembelauan sinar-X bagi unsur yang mempunyai sama ada struktur KBM atau KBJ telah memberikan bacaan sudut  $2\theta$  seperti berikut:  $38.60^\circ$ ,  $55.71^\circ$ ,  $69.70^\circ$ ,  $82.55^\circ$ ,  $95^\circ$ , and  $107.67^\circ$ . Jarak gelombang mendatang adalah  $0.15405 \text{ nm}$ .

- (i). Determine the crystal structure of the element. (Refer to Table 1)

*Tentukan struktur hablur unsur tersebut. (Rujuk Jadual 1)*

- (ii). Calculate the lattice constant of the element.

*Kirakan pemalar kekisi unsur tersebut.*

- (iii). Identify the element. (Refer to Table 1)

*Kenalpasti unsur tersebut. (Rujuk Jadual 1)*

(5 marks/markah)

Table 1/ Jadual 1

Element/ <i>Unsur</i>	Lattice constant/ <i>Pemalar kekisi</i>	Element/ <i>Unsur</i>	Lattice constant/ <i>Pemalar kekisi</i>
Aluminium	0.40496	Iridium	0.38389
Antimony	0.45067	Niobium	0.32960
Barium	0.50190	Platinum	0.39239
Calcium	0.55820	Rhodium	0.38044
Chromium	0.28846	Silver	0.40856
Copper	0.36147	Tantalum	0.33026
Gold	0.40788	Vanadium	0.30390

...6/-

(3). (a). Graphite and diamond are both made from carbon atoms.  
*Kedua-dua grafit dan intan adalah diperbuat dari atom-atom karbon.*

(i). List **TWO** physical characteristic of each material.  
*Senaraikan **DUA** sifat-sifat fizikal bagi kedua-dua bahan tersebut*

(ii). Give **ONE** application for graphite and **ONE** for diamond  
*Berikan **SATU** penggunaan bagi grafit dan **SATU** penggunaan bagi intan*

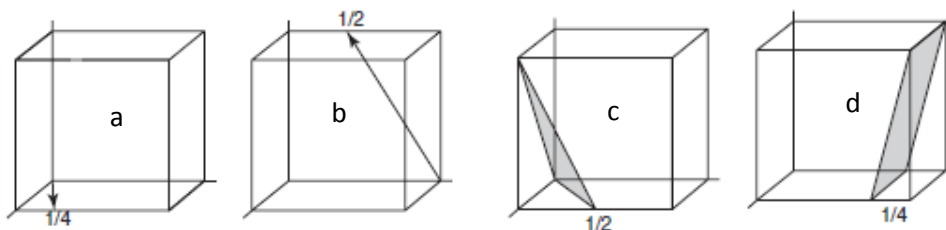
(iii). If both materials are made of carbon, why does such a difference in properties exist?

*Jika kedua-dua bahan tersebut diperbuat daripada karbon, jelaskan kenapa perbezaan keatas sifat-sifat ini wujud?*

(8 marks/markah)

(b). Determined the miller indices for the directions and planes in the following unit cell:

*Tentukan index miller bagi arah dan satah di dalam unit cell berikut:*



(6 marks/markah)

...7/-

- (c). Determine the planar density for FCC nickel in the (100), (110) and (111). Lattice constant for nickel is 0.35167 nm.

*Tentukan ketumpatan planar bagi KBM nikel bagi satah (100), (110) dan (111). Ramalan kekisi bagi nikel ialah 0.35167 nm.*

*(6 marks/markah)*

**...8/-**

**PART C / BAHAGIAN C**

4. (a). Compute the composition in atomic percent of an alloy that consist of 70 wt% A and 30 wt% B. Given atomic mass A = 28.1 g/mol and B = 43.4 g/mol.

*Kirakan komposisi di dalam peratus atom untuk aloi yang terdiri dari 70 wt% A dan 30 wt% B. Diberi jisim atom A = 28.1 g/mol dan B = 43.4 g/mol.*

(2 marks/markah)

- (b). Compare between vacancy and Schottky defects. You need to illustrate the relevant diagram to answer this question.

*Bandingkan antara kecacatan kekosongan dan Schottky. Gunakan gambaran bersesuaian untuk menjawab soalan ini.*

(8 marks/markah)

- (c). A carburizing process is carried out on a 0.30% carbon steel by introducing 1.0% C at the surface at 970°C for an hour. The following data represent the concentration profile for this process.

*Satu proses penyusukkarbonan dilakukan terhadap keluli 0.3% C dengan kehadiran 1.0% C pada permukaan keluli terbabit pada suhu 970°C selama satu jam. Data berikut menunjukkan profil kepekatan bagi proses ini.*

...9/-

**Table 2: Concentration profile from carburizing process***Jadual 2: Profil kepekatan daripada proses penyusukkarbonan*

Distance of Diffusion from surface, x (mm)/Jarak resepan daripada permukaan x (mm)	Concentration of Carbon, $C_x$ (wt%C)/Kepekatan karbon $C_x$ (wt%C)
0	0
0.2	0.10
0.4	0.24
0.6	0.27
1.0	0.29

- (i). State the purpose of carburizing process for steel.

*Nyatakan tujuan proses penyusukkarbonan dilakukan terhadap keluli*

(2 marks/markah)

- (ii). Plot the concentration profile (concentration vs. distance) of the carbon within 1 mm of the surface.

*Plot profil kepekatan (kepekatan melawan jarak) bagi karbon untuk jarak 1 mm dari permukaan keluli*

(5 marks/markah)

- (iii). From the plot, is it possible to determine the rate of diffusion for this process? Explain.

*Dari plot terhasil, adakah kemungkinan kadar resapan bagi proses ini dapat ditentukan. Terangkan.*

(3 marks/markah)

...10/-



- (5). (a). A diffusion couple is formed when two different materials (example metal A and B) are allowed to interdiffuse at elevated temperature. Table 3 shown the concentration of atom for metal A over a range of 300  $\mu\text{m}$  on the either side of the original interface ( $x = 0$ ) after 1 and 2 hours.

*Suatu pasangan resapan dibentuk apabila dua bahan berbeza (contoh logam A dan B) dibenarkan untuk melalui proses antara resapan pada suhu tinggi. Jadual 3 menunjukkan kepekatan atom bagi logam A pada julat jarak 300  $\mu\text{m}$  pada kedua belah permukaan antaramuka ( $x=0$ ) selepas 1 dan 2 jam.*

- (i). Construct the concentration profile from the data given.

*Bina profil kepekatan daripada data diberi*

(10 marks/markah)

- (ii). From the profile, this process is followed Fick's first law or Fick's second law? State your reason

*Daripada profil terhasil, adakah proses ini mematuhi hukum Fick pertama atau kedua? Nyatakan alasan anda.*

(2 marks/markah)

Table 3: Concentration of atom metal A over a range of distance at 2 different time

*Kepekatan logam A berbanding jarak pada 2 tempoh masa berbeza*

<b>X (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b><math>C_x</math> (at% A) after 1 hour/selepas 1 jam</b>	<b><math>C_x</math> (at% A) after 2 hour/selepas 2 jam</b>
+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

(12 marks/markah)

- (b). Compute the values of the diffusion coefficients for the interdiffusion of carbon in both  $\alpha$ -iron (BCC) and  $\gamma$ -iron (FCC) at  $900^\circ\text{C}$ . Identify which one is larger. Explain why this is the case. Refer Table 4 for related data. Use  $R = 8.31 \text{ J/mol.K}$ .

...12/-

Kirakan nilai pekali resapan untuk karbon yang melalui proses antara resapan di dalam  $\alpha$ -ferum (BCC) and  $\gamma$ -ferum (FCC) pada  $900^\circ\text{C}$ . Kenalpasti nilai manakah terbesar. Terangkan mengapakah hal ini boleh berlaku. Rujuk Jadual 4 bagi data berkaitan. Gunakan  $R = 8.31 \text{ J/mol.K}$ .

(8 marks/markah)

**Table 4: Tabulation of Diffusion Data**

*Jadual 4: Nilai Data Resapan*

Diffusing element/ <i>Unsur resapan</i>	Host Element/ <i>Unsur induk</i>	$D_0 \text{ (m}^2\text{/s)}$	$Q_d \text{ (J/mol)}$
C	Fe ( $\alpha$ or BCC)	$1.1 \times 10^{-6}$	87400
Fe	C ( $\alpha$ or BCC)	$5.0 \times 10^{-7}$	77000
Fe	C ( $\gamma$ or FCC)	$9.1 \times 10^{-5}$	168000
C	Fe ( $\gamma$ or FCC)	$2.3 \times 10^{-5}$	148000

...13/-

**PART D / BAHAGIAN D**

- (6). (a). State the common properties of ceramic materials.

*Nyatakan sifat-sifat umum bagi bahan seramik.*

*(3 marks/markah)*

- (b). State and explain the components in traditional ceramics. Give example of each component.

*Nyatakan dan terangkan komponen-komponen di dalam seramik tradisional. Berikan contoh bagi setiap komponen.*

*(7 marks/markah)*

- (c). State the main steps in slip casting process. Sketch the slip casting process for fabricating porous ceramic product.

*Nyatakan langkah-langkah utama dalam proses tuangan slip. Lakarkan proses tuangan slip untuk menghasilkan produk seramik berliang.*

*(10 marks/markah)*

- (7). (a). Briefly explain **THREE (3)** sources of internal residual stresses in metal components and state the consequences of these stresses.

*Huraikan secara ringkas **TIGA (3)** sumber tegasan baki dalaman di dalam komponen logam dan nyatakan akibat tegasan tersebut*

*(5 marks/markah)*

- (b). Describe with the aid of an illustration, heat treatment procedures for steels and state the intended final microstructure.

*Dengan bantuan gambar rajah, huraikan tatacara rawatan haba untuk keluli yang berikut serta nyatakan mikrostruktur akhir yang dikehendaki.*

- (i). Full annealing  
*Penyepuhlindungan penuh*  
(5 marks/markah)
- (ii). Normalizing  
*Penormalan*  
(5 marks/markah)
- (iii). Tempering  
*Pembajaan*  
(5 marks/markah)

PART E / BAHAGIAN E

- (8). (a). You have two polymers, one is atactic polyethylene and the other one is isotactic polyethylene. Sketch the molecular structure of these two polymers and discuss the difference between these two polymers in terms of degree of crystallinity, strength and density.

*Anda mempunyai dua polimer, satu polietilena ataktik dan satu lagi polietilena isotatik. Lakarkan struktur molekul kedua-dua polimer ini dan bincangkan perbezaan antara kedua-dua polimer ini dari segi darjah kehabluran, kekuatan dan ketumpatan.*

(8 marks/markah)

- (b). List down the possible processing methods to produce garbage plastic bag. With an aid of a diagram, describe briefly the process involved in **ONE** of the processing methods that you have listed.

*Senaraikan kaedah pemprosesan yang mungkin untuk menghasilkan beg plastik sampah. Dengan bantuan gambar rajah, terangkan secara ringkas proses yang terlibat dalam **SATU** daripada kaedah pemprosesan yang telah anda senaraikan.*

(7 marks/markah)

- (c). The improvement of strength in composites reinforced with nanoparticles are far greater as compared to composites reinforced with micron-sized particles. Describe the difference in the strengthening mechanism of both composites.

...15/-

*Peningkatan kekuatan dalam komposit yang diperkuat dengan partikel nano adalah jauh lebih tinggi berbanding dengan komposit yang diperkuat dengan partikel bersaiz mikron. Huraikan perbezaan mekanisma pengukuhan bagi kedua-dua komposit.*

*(5 marks/markah)*

- (9). (a). List down the FOUR (4) molecular structures for polymers. Discuss in detail how the four molecular structures affect the level of strength of the resulting polymers according to their order.

*Senaraikan EMPAT (4) struktur molekul bagi polimer. Bincangkan secara terperinci bagaimana keempat-empat struktur molekul tersebut mempengaruhi tahap kekuatan polimer yang terhasil mengikut susunannya.*

*(8 marks/markah)*

- (b). Define composites. Describe the phases present in composites. With time, the use of composites in aircraft body has increased to 50%, discuss the advantages of composites as compared to conventional materials in aerospace industry.

*Takrifkan komposit. Huraikan fasa yang terdapat dalam komposit. Dari masa ke masa, penggunaan komposit dalam badan pesawat telah meningkat kepada 50%, bincangkan kelebihan komposit berbanding dengan bahan konvensional dalam industri aeroangkasa.*

*(6 marks/markah)*

**...16/-**

- (c). List down **ONE** processing method for production of composite tubes made of fiber reinforced polymer. Briefly describe the processing steps involved.

*Senaraikan **SATU** kaedah pemprosesan untuk penghasilan tiub komposit yang dibuat daripada polimer diperkuat gentian. Perihalkan secara ringkas langkah-langkah pemprosesan yang terlibat.*

(6 marks/markah)

-oooOooo -