

**PART A / BAHAGIAN A**

- (1). (a). Polymer matrix composites (PMCs) are being used to replace metal components in the automotive industry. Briefly explain the benefits of such substitutions.

*Komposit matriks polimer (PMCs) telah digunakan sebagai pengganti komponen logam dalam industri automotif. Terangkan secara ringkas faedah penggantian tersebut.*

(4 marks / markah)

- (b). Describe the production of aramid fiber. Explain why aramid fiber exhibit high mechanical and thermal properties. Your answer must include the fiber's pleated sheet and radial pleated sheet model.

*Jelaskan penghasilan gentian aramid. Terangkan mengapa gentian aramid mempamerkan sifat mekanikal dan haba yang tinggi. Jawapan anda mesti mengambil-kira 'pleated sheet' dan model 'radial pleated sheet' gentian tersebut.*

(10 marks / markah)

- (c). The maximum fiber packing arrangement for a composite with two different fiber types and size is Figure 1. Both fibers are arranged in equilateral triangle arrangement. Compute the maximum fiber volume fraction for i) the glass fiber and ii) the carbon fiber. The diameter of the glass fiber ( $r_g$ ) is 13  $\mu\text{m}$  and the diameter of the carbon fiber ( $r_c$ ) is 8  $\mu\text{m}$ .

*Aturan penyusunan gentian maksimum bagi komposit yang mengandungi dua jenis gentian dan saiz berbeza ditunjukkan di dalam Rajah 1. Kedua-dua gentian tersusun secara penyusunan segi tiga*

...3/-

sama sisi. Kirakan pecahan isipadu gentian maksimum bagi i) gentian kaca dan ii) gentian karbon. Garispusat bagi gentian kaca ( $r_g$ ) ialah  $13 \mu\text{m}$  dan garis pusat bagi gentian karbon ( $r_c$ ) ialah  $8 \mu\text{m}$ .

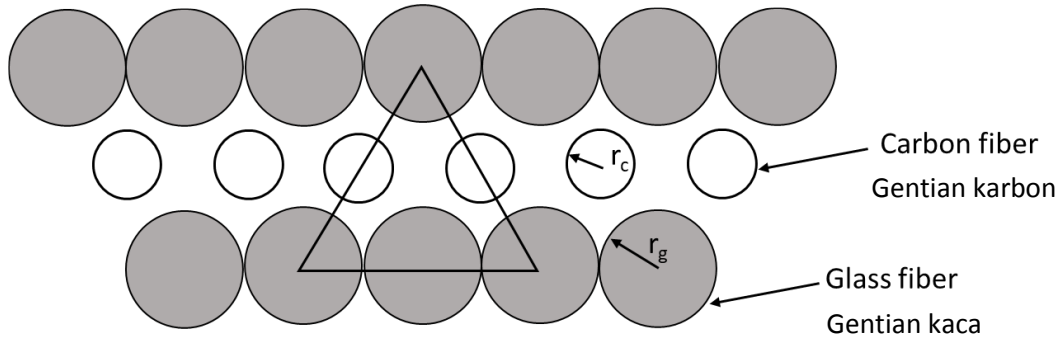


Figure 1 /Rajah 1

(6 marks / markah)

- (2). A continuous and aligned glass fiber-reinforced composite consists of 40 vol% glass fiber having a modulus of 69 GPa and 60 vol% of polyester resin that, when cured, displayed a modulus of 3.4 GPa.

*Suatu komposit diperkuat gentian kaca selanjur dan terjajar terdiri daripada 40 % (berdasarkan isipadu) gentian kaca yang mempunyai modulus 69 GPa dan 60 % (berdasarkan isipadu) resin poliester yang apabila mengalami pematangan mempamerkan modulus 3.4 GPa.*

- (a). Compute the modulus of this composite in the longitudinal direction.

*Kirakan modulus komposit ini pada arah membujur.*

(2 marks / markah)

- (b). If the cross-sectional area is  $250 \text{ mm}^2$  and a stress of 50 MPa is applied in this longitudinal direction, compute the amount of the load carries by each of the fiber and the matrix phases.

...4/-

*Sekiranya luas keratan rentas ialah 250 mm<sup>2</sup> dan tegasan 50 MPa dikenakan pada arah membujur, kirakan jumlah beban yang dipikul masing-masing oleh fasa gentian dan fasa matrik.*

*(6 marks / markah)*

- (c). Compute the strain that is sustained by each phase when the stress in part (b) is applied.

*Kirakan terikan yang dialami oleh setiap fasa apabila tegasan di bahagian (b) dikenakan.*

*(8 marks / markah)*

- (d). Compute the modulus of the composite when the stress is applied perpendicular to the direction of fiber alignment.

*Kirakan modulus komposit apabila tegasan dikenakan berserenjang dengan arah penjajaran gentian.*

*(2 marks / markah)*

- (e). The tensile strength for the glass fiber is 3.5 GPa. Compute the longitudinal tensile strength of this composite with the assumption that the fiber volume fraction is above the critical volume fraction.

*Kekuatan tegangan bagi gentian kaca ialah 3.5 GPa. Kirakan kekuatan tegangan membujur komposit ini dengan anggapan pecahan isipadu gentian melebihi pecahan isipadu kritik.*

*(2 marks / markah)*

**...5/-**

- (3). (a). Discuss the advantages and limitations of long fiber thermoplastic (LFT) direct injection molding and LFT direct extruder compression molding.

*Bincangkan kelebihan dan kekurangan Termoplastik Gentian Panjang (LFT) Pengacuanan Penyuntikan Terus dan LFT*

*(15 marks/markah)*

- (b). Suggest an application of polymer composites product using each of above mentioned methods and justify your answer.

*Cadangkan aplikasi produk polimer komposit dengan menggunakan setiap kaedah-kaedah yang telah disebut di atas dan berikan justifikasi kepada jawapan anda.*

*(5 marks/markah)*

**PART B / BAHAGIAN B**

- (4). (a). You are preparing polypropylene (PP)/glass fiber composites and have decided to improve the fiber-matrix interaction by modifying the fiber surface with a compatibilizer. 2 types of maleated polyolefins (i.e., maleated polypropylene and maleated polyethylene) are available in your laboratory. Table 1 shows some physical properties of the compatibilizers.

*Anda sedang menyediakan komposit polipropilena (PP)/gentian kaca dan telah membuat keputusan untuk meningkatkan interaksi gentian-matrik dengan mengubahsuai permukaan gentian dengan penserasi. 2 jenis penserasi boleh diperolehi di makmal anda. Jadual 1 menunjukkan sebahagian sifat-sifat fizikal bagi penserasi tersebut.*

Table 1. Physical properties of compatibilizers.

*Jadual 1. Sifat-sifat fizikal bagi penserasi.*

Compatibilizer <i>Penserasi</i>	Molecular weight (g/mol)		Backbone structure <i>Struktur tulang- belakang</i>	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Acid number (mg KOH/g)
	<i>Berat (g/mol)</i>	<i>molekul</i>		<i>Ketumpatan (kg/m<sup>3</sup>)</i>	<i>Nombor asid (mg KOH/g)</i>
	$\overline{M}_w$	$\overline{M}_n$			
Epolene E20	7500	1600	HDPE	960	17.0
Epolene E-43	9100	3900	PP	930	47.0

- (i). Identify which compatibilizer you would use and explain why.  
*Tentukan penserasi yang akan anda gunakan dan terangkan sebabnya.*

(2 marks / markah)

...7/-

- (ii). Illustrate the hypothetical interactions provided by the compatibilizer at the interface of the composite.

*Ilustrasikan bagi interaksi hipotesis yang dihasilkan oleh penserasi di antaramuka bagi komposit tersebut.*

(4 marks / markah)

- (iii). Briefly explain the chemical reaction between the compatibilizer and the glass fiber and the adhesion mechanism between the modified glass fiber and the PP matrix.

*Jelaskan secara ringkas tindak-balas kimia yang terlibat di antara gentian kaca dan penserasi dan mekanisma pelekatan di antara gentian kaca yang terubah-suai dan matriks PP.*

(6 marks / markah)

- (b). The following data were obtained in a resin burn-off test of an E-glass fiber/epoxy composite sample:

*Data yang berikut diperolehi dari ujian bakar habis resin yang melibatkan sampel komposit gentian kaca- E/epoksi:*

Weight of an empty crucible = 48 g

*Berat bekas kosong = 48 g*

Weight of crucible + sample before burn-off = 52 g

*Berat bekas + sampel sebelum bakar habis = 52 g*

Weight of crucible + sample after burn-off = 50 g

*Berat bekas + sampel selepas bakar habis = 50 g*

...8/-

Compute the volume fraction of fiber, matrix, and voids in the composite sample. Given: fiber density =  $2.1 \text{ g/cm}^3$  and matrix density =  $1.05 \text{ g/cm}^3$ . The density of the composite sample determined experimentally was  $1 \text{ g/cm}^3$ .

*Kirakan pecahan isipadu gentian, matrik dan rongga di dalam sampel komposit. Diberi: ketumpatan gentian =  $2.1 \text{ g/cm}^3$  and ketumpatan matriks =  $1.05 \text{ g/cm}^3$ . Ketumpatan sampel komposit yang ditentukan melalui eksperimen ialah  $1 \text{ g/cm}^3$ .*

(8 marks / markah)

- (5). (a). Define and write a short note on the critical fiber length.

*Definisikan dan tuliskan satu nota pendek berkaitan panjang gentian kritik.*

(6 marks / markah)

- (b). A unidirectional discontinuous fiber reinforced composite sample is loaded in longitudinal tension. Using the information provided, compute the followings:

*Suatu sampel komposit gentian tak selanjar terjajar dikenakan beban tegangan membujur. Dengan menggunakan maklumat yang diberikan, kirakan yang berikut:*

- (i). The critical fiber length.

*Panjang gentian kritik.*

(2 marks / markah)

- (ii). The average fiber stress at composite failure.

*Purata tegasan gentian pada kegagalan komposit.*

(2 marks / markah)

...9/-

- (iii). The critical volume fraction.

*Pecahan isipadu kritik.*

(2 marks / markah)

- (iv). The minimum fiber length required for the composite to achieve at least 95% of the longitudinal tensile strength of a unidirectional continuous fiber composite.

*Panjang gentian minimum yang diperlukan agar komposit mencapai sekurang-kurangnya 95% kekuatan tegangan membujur komposit gentian selanjar terjajar.*

(8 marks / markah)

Given:

*Diberi:*

Tensile strength of the matrix =  $140 \text{ MNm}^{-2}$

*Kekuatan tegangan matrik =  $140 \text{ MNm}^{-2}$*

Tensile strength of the fiber =  $2 \text{ GNm}^{-2}$

*Kekuatan tegangan gentian =  $2 \text{ GNm}^{-2}$*

Matrix shear strength =  $25 \text{ MNm}^{-2}$

*Kekuatan ricih matrik =  $25 \text{ MNm}^{-2}$*

Matrix stress at the fiber failure strain =  $83 \text{ MNm}^{-2}$

*Tegasan matrik pada terikan kegagalan gentian =  $83 \text{ MNm}^{-2}$*

Fiber length = 0.5 mm

*Panjang gentian = 0.5 mm*

Fiber radius = 5  $\mu\text{m}$

*Jejari gentian = 5  $\mu\text{m}$*

Matrix volume fraction = 0.6

*Pecahan isipadu matrik = 0.6*

...10/-



**PART C / BAHAGIAN C**

- (6). Give your critical comments on the validity TWO of the following statements

Berikan komen kritikal anda berhubung dengan ketepatan DUA daripada kenyataan berikut:

- (a). Selection of the right processing technique is very challenging task.

*Pemilihan teknik pemprosesan yang tepat adalah satu tugas yang mencabar*

- (b). Unidirectional composites can be easily produced using prepreg.

*Komposit satu arah boleh dihasilkan dengan mudah dengan menggunakan prapreg.*

- (c). The quality of composites produced can be enhanced by minimizing defects associated with materials and processing.

*Kualiti komposit yang dihasilkan boleh dipertingkatkan dengan meminimumkan kecacatan berkaitan dengan bahan dan pemprosesan.*

.(20 marks/markah)

...11/-

- (7). (a). What is the definition of non-destructive testing (NDT)?  
*Apakah definisi pengujian tak musnah (NDT)?*  
(3 marks/markah)
- (b). State FIVE (each) advantages and disadvantages of NDT.  
*Nyatakan LIMA (setiap satu) kelebihan dan kekurangan NDT.*  
(12 marks/markah)
- (c). State FIVE uses of NDT.  
*Nyatakan LIMA kegunaan NDT.*  
(5 marks/markah)

**-oooOooo -**