

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2005/2006

April/Mei 2006

## **EBB 324/4 - Bahan Termaju dan Komposit**

Masa : 3 jam

---

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

Kertas soalan ini mengandungi TIGA soalan dari BAHAGIAN A dan EMPAT soalan dari BAHAGIAN B.

Jawab LIMA soalan. Jawab SEMUA soalan dari BAHAGIAN A dan jawab DUA soalan dari BAHAGIAN B. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

**BAHAGIAN A**

1. [a] Komposit epoksi yang diperkuat gentian selanjat dan tersusun dengan maksimum gentian 50% isipadu perlu dihasilkan bagi satu aplikasi pembinaan. Modulus kenyal minimum pada arah membujur yang diperlukan bagi aplikasi ini adalah sebanyak 50 GPa, manakala modulus kenyal minimum pada arah melintang yang diperlukan adalah sebanyak 10 MPa. Berdasarkan Jadual 1, tentukan gentian-gentian yang manakah sesuai bagi aplikasi ini dan berpandukan harga bagi setiap bahan, pilih gentian yang berupaya untuk dihasilkan dengan harga yang murah dan sesuai bagi aplikasi tersebut.

(50 markah)

**Jadual 1 - Sifat-sifat bahan**

Bahan-Bahan	Modulus Kenyal (GPa)	Ketumpatan (g/cm <sup>3</sup> )	Kos (RM/kg)
Epoksi	3.1	1.14	200
Gentian Kaca-E	72.5	2.58	70
Gentian Karbon (menggunakan bahan mula PAN)			
• Modulus Standard	230	1.80	780
• Modulus Tinggi	400	1.80	3000
Gentian Aramid	131	1.44	400

- [b] Terangkan secara ringkas aplikasi komposit matriks polimer dalam bidang elektronik ATAU pembinaan.

(25 markah)

- [c] Bagaimanakah jumlah pengisi aluminium yang berbentuk sfera dan kepingan (*flake*) di dalam matriks polimer mempengaruhi kekonduksian elektrik komposit tersebut?

(25 markah)

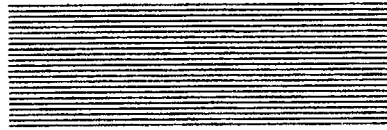
...3/-

2. [a] Dengan bantuan gambarajah, terangkan proses fabrikasi komposit W-10%Cu (peratus berat) untuk kegunaan mikroelektronik melalui kaedah penusukan cecair.  
(30 markah)
- [b] Salah satu masalah yang dihadapi dalam penghasilan komposit logam yang melibatkan teknik pemprosesan fasa cecair ialah ketidakbasahan tetulang oleh matriks. Jelaskan kaedah yang boleh diaplikasikan bagi mengatasi masalah tersebut.  
(30 markah)
- [c] Bincangkan kesan penambahan tetulang ke atas sifat elastik (Modulus Young) komposit matriks logam dengan merujuk satu sistem matrik-tetulang yang sesuai.  
(40 markah)
3. [a] Terdapat beberapa kaedah rekabentuk yang perlu ditekankan semasa menghasilkan komposit sandwich. Terangkan kaedah-kaedah rekabentuk tersebut dari aspek kulit dan teras untuk menghasilkan struktur sandwich yang baik. Anda boleh menggunakan diagram yang bersesuaian untuk menyokong jawapan anda.  
(40 markah)
- [b] Seterusnya, dengan bantuan gambarajah yang sesuai, terangkan beberapa bentuk kecacatan-kecacatan yang sering berlaku terhadap struktur sandwich akibat daripada pemilihan kulit dan teras yang tidak sesuai seperti berikut:
- (i) Kekedutan kulit (*Skin wrinkling*)
  - (ii) Bonjolan antara sel (*Intra-cell dimpling*)
  - (iii) *Overall buckling*
- (30 markah)
- [c] Tuliskan penerangan ringkas mengenai "*Balsa Wood Core*".  
(30 markah)

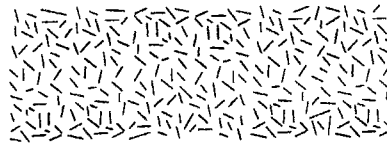
...4/-

**BAHAGIAN B**

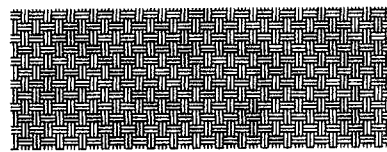
4.



(a)



(b)



(c)

**Rajah 1 - Konfigurasi-konfigurasi gentian yang biasa digunakan sebagai bahan tetulang bagi sistem komposit; (a) gentian selanjar, (b) gentian pendek dan (c) gentian anyaman**

- [a] Tiga jenis konfigurasi-konfigurasi gentian yang biasa digunakan dalam komposit ditunjukkan dalam Rajah 1. Lakarkan bagaimana konfigurasi-konfigurasi gentian tersebut mempengaruhi tegasan-terikan komposit pada arah  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  dan  $90^\circ$ . Terangkan kelebihan, kelemahan dan aplikasi setiap daripada komposit dengan pelbagai konfigurasi tersebut.

(50 markah)

- [b] Terangkan dan gambarkan bagaimana taburan tegasan terbentuk di sepanjang gentian pendek yang tersusun selari dengan arah pembebanan di dalam matriks yang bermodulus rendah.

(25 markah)

- [c] Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi sifat-sifat bahan komposit?

(25 markah)

...5/-

5. [a] Terangkan penghasilan komposit Al-SiC secara pemendapan penyemburan bersama. Lukiskan secara skema peralatan yang digunakan dalam teknik ini.
- (30 markah)
- [b] Terangkan pemrosesan komposit matrik seramik dengan menggunakan teknik sol gel. Lukiskan carta alir bagi menggambarkan pemrosesan sol gel bagi (a) penusukan satu jasad prabentuk dan (b) percampuran bahan tetulang dan matrik.
- (40 markah)
- [c] Lukiskan graf tegasan-terikan bagi komposit seramik yang dijajarkan dalam arah membujur. Dengan bantuan graf tegasan-terikan tersebut jelaskan mekanisme pecah bagi komposit seramik. Nyatakan perbezaan yang wujud antara ciri kelakuan pecah komposit seramik dengan seramik monolitik.
- (30 markah)

6. [a] Terangkan sifat-sifat kulit dan teras yang diperlukan untuk struktur sandwich.

(20 markah)

- [b] Beberapa andaian telah digunakan untuk mendapatkan '*flexural rigidity*' bagi struktur sandwich. Secara amnya, '*flexural rigidity*' untuk sandwich struktur boleh ditulis seperti persamaan (1) di bawah. Dengan menggunakan andaian yang sesuai, tunjukkan bahawa persamaan (1) boleh diringkaskan kepada persamaan (2) dengan menunjukkan parameter yang telah dihapuskan.

$$D = \int E z^2 dz = \frac{E_f t_f^3}{6} + \frac{E_f t_f d^2}{2} + \frac{E_c t_c^3}{12} = 2D_f + D_0 + D_c \quad (1)$$

$$D = \frac{E_f t_f d^2}{2} \quad (2)$$

(40 markah)

- [c] Terangkan keperluan-keperluan asas terhadap sistem perekat untuk menghasilkan struktur sandwich dan berikan jenis-jenis perekat yang digunakan.

(40 markah)

7. [a] Dengan bantuan gambarajah, terangkan dengan ringkas DUA kaedah pemrosesan yang terlibat dalam kaedah tekanan gas. (40 markah)
- [b] Komposit Ag-W untuk sesentuh elektrik dihasilkan melalui kaedah penusukan. Kaedah ini melibatkan pembentukan padatan serbuk logam W yang berliang yang diikuti dengan penusukan cecair logam Ag ke dalam prabentuk W. Diberi ketumpatan prabentuk W sebelum penusukan ialah  $14.5 \text{ g/cm}^3$ . Tentukan pecahan isipadu keliangan dan peratusan berat akhir Ag dalam padatan selepas penusukan. (30 markah)
- [c] Terdapat sekurang-kurangnya enam jenis kegagalan di dalam struktur sandwich. Terangkan setiap satu jenis kegagalan dengan penerangan ringkas dan gambarajah yang sesuai. (30 markah)

- oooOooo -

# TRANSLATION

---

## UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
Academic Session of 2005/2006

April/May 2006

### **EBB 324/4 - Advanced Materials and Composites**

Time : 3 hours

---

Please ensure that this paper consists of SIX printed pages before you proceed with the examination.

This paper contains THREE questions from SECTION A and FOUR questions from SECTION B.

Answer any FIVE questions. Answer all questions from SECTION A and TWO questions from SECTION B. If a candidate answers more than five questions, only the first five answered will be examined and awarded marks.

Answer to any question must start on a new page.

All questions must be answered in Bahasa Malaysia.

...2/-



**PART A**

1. [a] It is desired to produce an aligned and continuous fiber-reinforced epoxy composite having a maximum of 50 volume % fibers, for construction application. A minimum longitudinal modulus of elasticity of 50 GPa is required, as well as a minimum of transverse modulus of elasticity of 10 MPa. Decide which of the four fibers (listed in Table 1) are possible candidates for this application. Specify the fiber that would be the least expensive to use.

(50 marks)

**Table 1 - Materials Properties**

Materials	Modulus of Elasticity (GPa)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Cost (RM/kg)
Epoxy	3.1	1.14	200
E-Glass Fiber	72.5	2.58	70
Carbon Fiber (PAN precursor)			
• Standard Modulus	230	1.80	780
• High Modulus	400	1.80	3000
Aramid Fiber	131	1.44	400

- [b] Briefly describe the applications of Polymer Matrix Composites (PMC) in electronic OR construction

(25 marks)

- [c] How does the amount of spherical and flake aluminium fillers in polymer matrix affect their electrical conductivity of the composites?

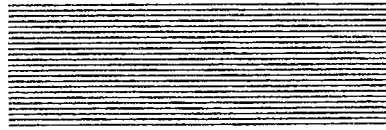
(25 marks)

...3/-

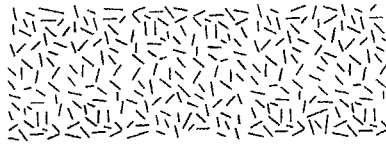
2. [a] With the aid of the diagram, explain the fabrication process of W-10% Cu (weight percentage) composites for microelectronic application by liquid infiltration method.  
(30 marks)
- [b] One of difficulty in metal composite fabrication via liquid phase processing technique is nonwettability of reinforcement by matrix. Explain the possible method to overcome this problem.  
(30 marks)
- [c] Discuss the effect of reinforcement addition on elastic property (Young modulus) of metal matrix composite by referring to a suitable matrix-reinforcement system.  
(40 marks)
3. [a] There are several design considerations that need to be taken into account when designing the sandwich structures. Explain the design requirements for the skin and core materials for good sandwich structure. You may include suitable diagrams to support your explanations.  
(40 marks)
- [b] By using suitable diagram, explains on how the following defects could occur in sandwich structure with respect to the properties of the skin, core and adhesive materials used:
- (i) Skin wrinkling
  - (ii) Intra-cell dimpling
  - (iii) Overall buckling
- (30 marks)
- [c] Write short explanation on Balsa Wood Core.  
(30 marks)

**PART B**

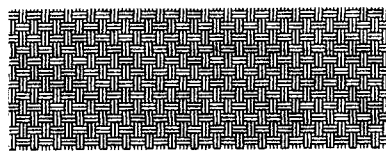
4.



(a)



(b)



(c)

**Figure 1 - Three common fiber configurations for composite reinforcement are (a) continuous fiber, (b) chopped fibers, and (c) woven fabric**

- [a] Three common fiber configurations for composite reinforcement are shown in Figure 1. Illustrate how the fiber configurations affect the tensile stress-strain behavior of the composites at  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  and  $90^\circ$  of testing. Describe the advantages, disadvantages and applications of each of the composite with these fiber configurations.

(50 marks)

- [b] Describe and illustrate the stress distribution along a short fiber aligned parallel to the loading direction in a low modulus matrix.

(25 marks)

- [c] What are the factors which determine the properties of composite material?

(25 marks)

...5/-

5. [a] Explain the fabrication of Al-SiC composite via co-spray deposition. Draw a schematic diagram of equipment used in this technique. (30 marks)

- [b] Explain the processing of ceramic matrix composite by sol gel technique. Draw flow chart of sol gel processing for (a) infiltration of preform and (b) mixing of reinforcement and matrix. (40 marks)

- [c] Draw a stress-strain graph for ceramic composite arranged in longitudinal direction. With the aid of the diagram explain the fracture mechanism of ceramic composite. State the difference between fracture behavior characteristic of ceramic composite and monolithic ceramic. (30 marks)

6. [a] Explain the desired properties of skin and core materials for sandwich structures. (20 marks)

- [b] Several approximations have been adopted in deriving the flexural rigidity of the sandwich structures. In general, the flexural rigidity of sandwich structure can be written as Equation (1). With appropriate approximations and suitable expressions, show that Equation (1) can be simplified as Equation (2) by stating clearly the parameters of which have been eliminated.

$$D = \int E z^2 dz = \frac{E_f t_f^3}{6} + \frac{E_f t_f d^2}{2} + \frac{E_c t_c^3}{12} = 2D_f + D_0 + D_c \quad (1)$$

$$D = \frac{E_f t_f d^2}{2} \quad (2)$$

(40 marks)

...6/-

- [c] States general requirements of adhesive to be used in sandwich structure manufacturing and outline various types of adhesives use in the process. (40 marks)
7. [a] With aid of diagram, briefly describe TWO processing methods by employing gas pressure. (40 marks)
- [b] An Ag-W composite for electric contact was fabricated by infiltration method. This method involves forming of porous W metal powder compact followed by infiltration of Ag metal liquid into W perform. Given the density of the tungsten compact before infiltration is  $14.5 \text{ g/cm}^3$ . Calculate the volume fraction of porosity and the final weight percent of silver in the compact after infiltration. (30 marks)
- [c] There are at least six different types of failure modes in sandwich structure. Explain each type of them with short explanation and suitable diagram. (30 marks)