

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2006/2007  
*Second Semester Examination  
Academic Session 2006/2007*

April 2007

**EBB 324/4 – Bahan Termaju dan Komposit**  
*EBB 324/4 – Advanced Materials and Composites*

Time : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LIMA BELAS 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 boleh dijawab dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.

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

*This question paper contains THREE questions from PART A and FOUR questions from PART B.*

*Answer FIVE questions. Answer ALL questions from PART A and answer TWO questions from PART B. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.*

*Answer to each and every question must start on a new page.*

*All questions could be answered in Bahasa Malaysia or English.*

**BAHAGIAN A:**

1. [a] Bincangkan secara ringkas konsep kebolehbasahan dan terangkan bagaimana ikatan kimia pada antarafasa meningkatkan sifat-sifat komposit polimer.

(30 markah)

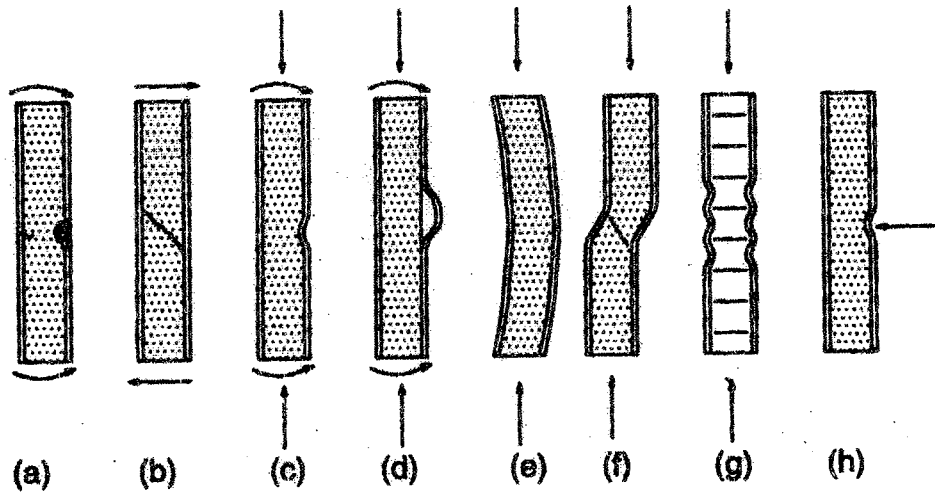
- [b] Bincangkan dua model dan formula yang digunakan untuk menganggarkan modulus elastik bagi komposit polimer diperkuatkan gentian, dan gambarkan corak modulus elastik melawan kandungan gentian bagi komposit polimer diperkuatkan gentian menggunakan dua model ini.

(40 markah)

- [c] Apakah pengelasan bahan tetulang berdasarkan bentuk bahan tetulang, dan terangkan satu contoh bagaimana bentuk bahan tetulang ini mempengaruhi sifat-sifat bahan komposit.

(30 markah)

2. [a] Jelaskan perbezaan antara kaedah penghasilan komposit matriks logam secara in situ dan ex situ. Terangkan langkah-langkah yang terlibat dalam menghasilkan komposit Ni-TaC secara in situ.  
(30 markah)
- [b] Bagaimanakah penambahan tetulang mempengaruhi sifat pekali pengembangan terma, sifat elastik dan rintangan lesu komposit matriks logam? Lakarkan graf-graf yang sesuai untuk setiap kes bagi menjelaskan perbincangan anda.  
(40 markah)
- [c] Bagaimanakah keserasian pengembangan terma antara tetulang dan matriks seramik memainkan peranan penting dalam menentukan kekuatan komposit matriks seramik?  
(30 markah)
3. [a] Terangkan 3 komposisi utama struktur apit dan fungsi-fungsinya.  
(20 markah)
- [b] Tuliskan 3 kriteria utama perekat bagi struktur apit.  
(20 markah)
- [c] Beberapa jenis kegagalan bagi struktur apit diberikan dalam Rajah 1. Namakan dan terangkan setiap jenis bentuk kegagalan (a-h).



Rajah 1: Beberapa mod kegagalan bagi struktur apit

(60 markah)

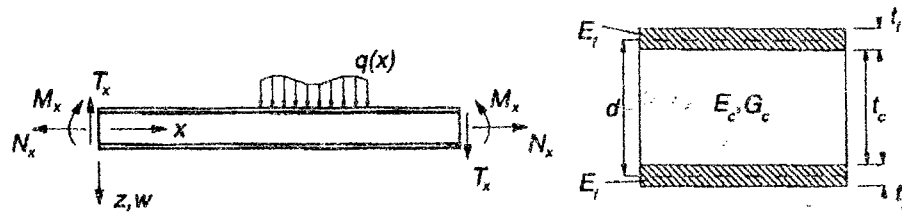
**BAHAGIAN B:**

4. [a] Dengan bantuan gambarajah skematik, terangkan peralatan dan fungsi peralatan tersebut bagi pemprosesan pultrusi, dan nyatakan perbezaan dalam peralatan tersebut bagi penghasilan komposit termoplastik diperkuatkan gentian kaca dan komposit termoset diperkuatkan gentian kaca.
- (40 markah)
- [b] Terangkan secara ringkas 3 faktor yang mengawal sifat-sifat bahan komposit.
- (30 markah)
- [c] Dengan menggunakan gambarajah yang sesuai, bincangkan satu kaedah pemprosesan bagi menghasilkan komponen aeroangkasa.
- (30 markah)

5. [a] Satu bahan sesentuh elektrik dihasilkan melalui kaedah penusukan cecair kuprum ke dalam padatan tungsten karbida (WC) berliang. Ketumpatan produk komposit akhir ialah  $12.3 \text{ g/cm}^3$ . Ketumpatan kuprum ialah  $8.93 \text{ g/cm}^3$  dan ketumpatan tungsten karbida ialah  $15.77 \text{ g/cm}^3$ . Andaikan semua liang dipenuhi oleh kuprum, kirakan
- (i) pecahan isipadu kuprum dalam komposit
  - (ii) pecahan isipadu liang dalam padatan WC sebelum langkah penusukan, dan
  - (iii) ketumpatan asal padatan WC sebelum penusukan.
- (35 markah)
- [b] Dengan berbantuan rajah yang sesuai, terangkan kaedah fabrikasi komposit matriks seramik secara lanxide (pengoksidaan langsung). Nyatakan kelebihan dan kelemahan proses ini.
- (35 markah)
- [c] Jelaskan kesan kekuatan ikatan antara tetulang dan matriks terhadap mekanisme pecah komposit matriks seramik.
- (30 markah)

6. [a] Polimer biodegradasi digunakan dengan meluas bagi scaffold sintetik 3D untuk kejuruteraan tisu. Terangkan bagaimana polimer degradasi polilaktik asid (PLA) dan PGA disingkirkan secara semulajadi oleh badan.  
(20 markah)
- [b] Tuliskan aplikasi tipikal bagi PPF dan PHB.  
(20 markah)
- [c] Tuliskan nota ringkas bagi berikut:
- (i) Bahan Implan Titanium  
(20 markah)
- (ii) Gelas bio atau gelas teraktifbio  
(20 markah)
- (iii) Polimer/gejas bioaktif scaffold komposit untuk kejuruteraan tisu tulang  
(20 markah)

7. [a] Tulis satu esei ringkas mengenai komposit polimer diperkuat gentian semulajadi. (30 markah)
- [b] Berdasarkan Rajah 2 di bawah:



Rajah 2: Simbol konvensi struktur apit

Kirakan ketegasan lenturan  $D$ , bagi struktur apit berdasarkan maklumat seperti berikut:

Modulus kulit,  $E_f = 27 \text{ GPa}$

Modulus teras =  $3 \text{ GPa}$

Ketebalan kulit,  $t_f = 1 \text{ mm}$

Ketebalan teras,  $t_c = 10 \text{ mm}$

Diberikan ketegasan lenturan bagi struktur apit adalah seperti berikut:

$$D = \int E Z^2 dz = \frac{E_f t_f^3}{6} + \frac{E_f t_f d^2}{2} + \frac{E_c t_c^3}{12}$$

(35 markah)

- [c] Andaikan anda perlu menghasilkan komposit mariks nikel diperkuat zarah thorium. Dalam penghasilan komposit tersebut, 10 wt%  $\text{ThO}_2$  perlu ditambah ke dalam nikel. Andaikan setiap partikel  $\text{ThO}_2$  mempunyai diameter  $100 \text{ \AA}$ . Anggarkan bilangan partikel  $\text{ThO}_2$  yang hadir dalam setiap cm padu? Diberi ketumpatan  $\text{ThO}_2$  ialah  $9.69 \text{ g/cm}^3$  dan nikel ialah  $8.9 \text{ g/cm}^3$ .

(35 markah)

...9/-



**PART A:**

1. [a] *Briefly describe the wettability concept and explain how the chemical bonding improves the properties of polymer composites.*

*(30 marks)*

- [b] *Discuss two models and formulae which are used to predict the elastic modulus of the continuous fiber reinforced composites, and illustrate the trend of elastic modulus versus fiber content of continuous fiber reinforced composites using these two models*

*(40 marks)*

- [c] *What is the classification of reinforcement based on the shape of the reinforcement, and explain one example how the shape of reinforcement influence the properties of the composite materials.*

*(30 marks)*

2. [a] *Explain the difference between in situ and ex situ fabrication method of metal matrix composite. Explain the in situ processing stages of Ni-TaC composite.*

*(30 marks)*

- [b] *How does reinforcement addition influence the properties of thermal expansion, elastic and fatigue resistant of metal matrix composite?*

*(40 marks)*

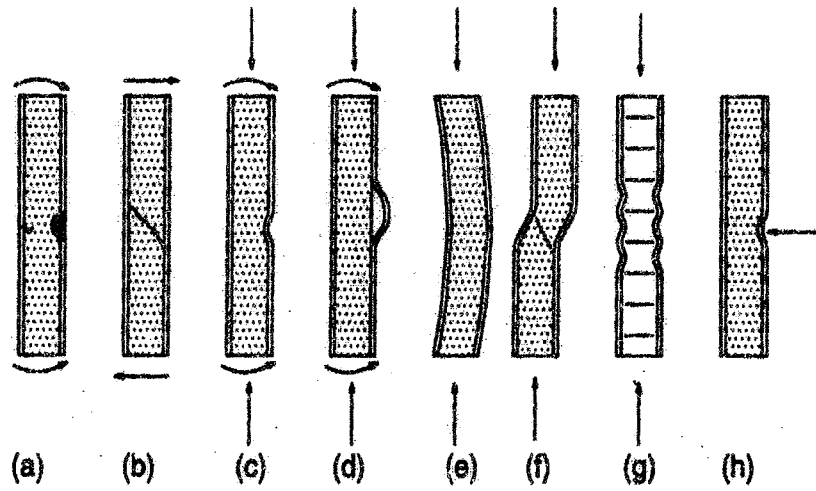


Figure 1: Various failure modes in sandwich structures

(60 marks)

**PART B:**

4. [a] *With the aid of schematic diagram, describe the pultrusion equipment and its function, and explain the modification in pultrusion equipments for production of glass fiber reinforced thermoset and glass fiber reinforced thermoplastic composites.*

(40 marks)

- [b] *Briefly describe 3 factors which control the properties of the composite materials.*

(30 marks)

- [c] *Using suitable diagram, discuss one processing method to produce aerospace parts.*

(30 marks)

5. [a] *An electric contact material was produced by infiltration of copper liquid into porous tungsten carbide (WC) compact. Density of final composite product is  $12.3 \text{ g/cm}^3$ , density of copper is  $8.93 \text{ g/cm}^3$  and density of tungsten carbide is  $15.77 \text{ g/cm}^3$ . Assume all pores are filled by copper, estimate:*

- (i) *volume fraction of copper in composite*
- (ii) *volume fraction of pores in WC compact before infiltration, and*
- (iii) *initial density of WC compact before infiltration.*

(35 marks)

6. [a] *Biodegradable polymers are widely used for synthetic 3D scaffolds in tissue engineering. Explain how the biodegradable polymer of Poly(lactic acid) (PLA) and poly(glycolic acid) PGA removed by natural pathway by the body.*

*(20 marks)*

[b] *Outline a typical application of Polypropylene fumarate (PPF) and Poly-3-hydroxybutyrate (PHB).*

*(20 marks)*

[c] *Write short note on the following topics:*

(i) *Titanium for implant materials.*

*(20 marks)*

(ii) *Bioglass ® or bioactive glass.*

*(20 marks)*

(iii) *Polymer/bioactive glass composite scaffolds for bone tissue engineering.*

*(20 marks)*

7. [a] Write a short essay on natural fibers reinforced polymer composites. (30 marks)

[b] From Figure 2 below:

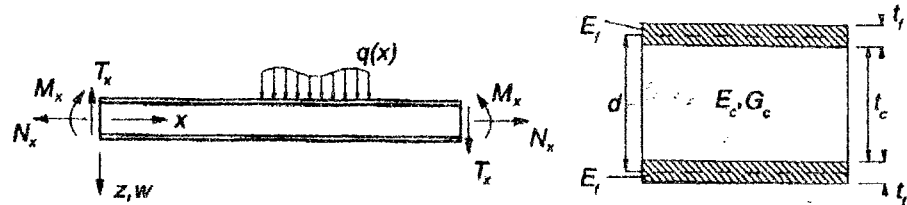


Figure 2: Sign convention for sandwich beams

Calculate the flexural rigidity,  $D$ , of sandwich structure with the following details:

Modulus of face,  $E_f = 27 \text{ GPa}$

Modulus of core =  $3 \text{ GPa}$

Thickness of face,  $t_f = 1 \text{ mm}$

Thickness of core,  $t_c = 10 \text{ mm}$

Given the flexural rigidity,  $D$ , of sandwich structure is as follows:

$$D = \int EZ^2 dz = \frac{E_f t_f^3}{6} + \frac{E_f t_f d^2}{2} + \frac{E_c t_c^3}{12}$$

(35 marks)

- [c] Suppose you want to fabricate nickel matrix composite reinforced with thoria particulate. In the composite manufacturing, 10 wt% of thorium oxide is added to nickel. Assume each thorium oxide particle has a radius of  $100 \text{ \AA}$ . Estimate how many particles are present in each cubic centimeter? The densities of thorium oxide and nickel are  $9.69$  and  $8.9 \text{ gm/cm}^3$  respectively.

(35 marks)