
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2010/2011

April/May 2011

EBB 337/3 – Advanced Materials and Composites *[Bahan Termaju dan Komposit]*

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains TEN printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEPULUH muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper consists of THREE questions from PART A and FOUR questions from PART B.

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

Instruction: Answer **ALL** questions from PART A, and **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.

[Arahan: Jawab **SEMUA** soalan dari BAHAGIAN A, dan **DUA** soalan dari BAHAGIAN B. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

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

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

PART A / BAHAGIAN A

1. [a] Most composites are either Isotropic, Orthotropic or Anisotropic. With suitable examples describe these three terms.

Kebanyakan komposit adalah sama ada Isotropik, Ortotropik atau Anisotropik. Dengan menggunakan contoh yang bersesuaian jelaskan maksud tiga perkataan ini.

(30 marks/markah)

- [b] Explain two reasons why polymers are commonly used matrix for composite materials.

Terangkan dua alasan kenapa polimer biasanya digunakan sebagai matrik bagi bahan komposit.

(30 marks/markah)

- [c] It is estimated that more than three-quarters of all matrices in polymer matrix composites (PMCs) are thermosetting polymers. However the thermosetting polymers are relatively brittle materials, with a poor resistance to crack initiation and growth. Therefore the addition of dispersed rubber particles into the thermosetting polymers can greatly increase their toughness. Discuss three factors that might influence the properties of rubber particles/thermosetting composites.

Dianggarkan bahawa lebih daripada tiga suku matrik yang digunakan dalam komposit polimer matrik (PMCs) adalah polimer termoset. Tetapi polimer termoset merupakan bahan yang rapuh, dengan rintangan terhadap permulaan dan perambatan retak yang buruk. Penambahan taburan partikel getah di dalam polimer termoset didapati akan meningkatkan ketahanan bahan tersebut. Bincangkan tiga faktor yang mempengaruhi sifat komposit partikel getah/termoset ini.

(40 marks/markah)

...3/-

2. [a] Differentiate metal matrix composites and alloys by considering their definitions, microstructures, properties and their benefits and limitations.

Bezakan komposit matriks logam dan aloi berdasarkan definisi, mikrostruktur, sifat serta kelebihan dan kekurangan mereka.

(50 marks/markah)

- [b] Due to the difference in properties between ceramic reinforcement and metal matrix components, explain the difficulties that might occur during fabrication steps of metal matrix composite and the benefits that are offered by the final products.

Disebabkan perbezaan yang wujud dalam sifat-sifat komponen penguat seramik dan matrik logam, terangkan kerumitan yang boleh berlaku semasa langkah-langkah fabrikasi komposit matrik logam dan faedah yang boleh dihasilkan oleh produk akhir.

(50 marks/markah)

3. [a] Define intermetallic compound (IMC).

Definisikan sebatian antara logam.

(20 marks/markah)

- [b] Propose a simple experiment to study the formation of IMC. Please give example of alloy, equipments and stages of formation of IMC for this experiment.

Cadangkan satu kaedah mudah untuk mengkaji pembentukan IMC. Berikan contoh aloi, peralatan dan peringkat-peringkat pembentukan IMC untuk eksperimen ini.

(40 marks/markah)

...4/-

[c] Based on your knowledge on advanced materials, illustrate:

Berdasarkan pengetahuan anda berkenaan bahan termaju, terangkan:

(i) What are the advantages of IMC?

Apakah kebaikan-kebaikan IMC?

(10 marks/markah)

(ii) What are the disadvantages of IMC?

Apakah keburukan-keburukan IMC?

(10 marks/markah)

(iii) Propose a new material or a new method to improve IMC.

Cadangkan bahan atau kaedah baru untuk meningkatkan IMC.

(20 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

4. [a] Wetting systems of ceramic-aluminium composites can be categorized into three types (A, B, and C) based on original and equilibrium wettability.

In pure systems at 1373 K:

AlN-Al and Si₃N₄-Al are categorized as system A; a non-wetting system.

Al₂O₃-Al as system C; a wetting system.

Graphite-Al, MgO-Al, and SiC-Al belong to system B; changing from a non-wetting to a wetting system through interfacial reactions.

Pembasahan bagi sistem komposit seramik-aluminium boleh dikategorikan kepada tiga jenis (A, B, dan C) berdasarkan kepada kebolehbasaan asal dan keseimbangan.

Dalam sistem asli pada 1373 K:

AlN-Al dan Si₃N₄-Al dikategorikan sebagai sistem A; sistem tidak-basah.

Al₂O₃-Al sebagai sistem C; sistem basah.

Grafit-Al, MgO-Al, dan SiC-Al adalah dikategorikan dalam sistem B; perubahan daripada sistem tidak-basah kepada sistem basah melalui tindakbalas antaramuka.

- (i) Compare the contact angle (θ) for the three wetting systems.

Bandingkan sudut sentuhan (θ) untuk ketiga-tiga sistem ini.

(10 marks/markah)

- (ii) Explain how interfacial reaction improve wettability in System B.

Terangkan bagaimana tindakbalas antaramuka membaiki pembasahan dalam sistem B.

(20 marks/markah)

- (iii) Discuss three parameters that govern the wettability of reinforcement by matrix in composite materials.

Bincangkan tiga parameter yang mempengaruhi kebolehasahan pengisi oleh matriks dalam bahan komposit.

(20 marks/markah)

- [b] Suppose the elastic moduli of the component materials of unidirectional graphite/epoxy composites are known as below:

$$E_{\text{graphite}} = 380 \times 10^3 \text{ MPa}$$

$$E_{\text{epoxy}} = 6900 \text{ MPa}$$

Modulus elastik bagi komposit satu arah grafit/epoksi adalah seperti berikut:

$$E_{\text{graphite}} = 380 \times 10^3 \text{ MPa}$$

$$E_{\text{epoxy}} = 6900 \text{ MPa}$$

- (i) If the composite material has a fiber volume fraction of 0.65, calculate the composite's elastic modulus when it is loaded in parallel and perpendicular orientation to the fibers.

Sekiranya bahan komposit tersebut mempunyai pecahan isipadu gentian sebanyak 0.65, hitungkan modulus elastik komposit sekiranya beban dikenakan secara selari dan bertegak lurus dengan arah gentian.

(20 marks/markah)

- (ii) Predict and sketch the elastic modulus vs. volume fraction of the composites for the parallel and perpendicular loadings.

Jangkakan dan lakarkan modulus elastik melawan pecahan isipadu gentian bagi komposit ini yang dikenakan beban secara selari dan bertegak lurus dengan arah gentian.

(30 marks/markah)

5. [a] Discuss the expected results and fracture manner of monolithic ceramic and continuous fiber ceramic composite when loaded in a stress condition.

Bincangkan keputusan yang dijangkakan dan kelakuan pecah bagi seramik monolitik dan komposit seramik gentian selanjar apabila dibeban dalam keadaan tegasan.

(30 marks/markah)

- [b] Describe the role of heat in developing strain in long fiber reinforced ceramic matrix composite and its consequences on the composite properties.

Perihalkan peranan haba dalam menjana terikan dalam komposit seramik gentian selanjar dan kesannya terhadap sifat-sifat komposit.

(30 marks/markah)

- [c] Illustrate the processing steps in fabrication of continuous fiber reinforced glass composite via slurry infiltration method including its limitations and advantages.

Ilustrasikan langkah-langkah pemprosesan komposit kaca diperkuat gentian selanjar melalui kaedah penusukan buburan termasuk kekurangan dan kelebihannya.

(40 marks/markah)

6. [a] Draw a schematic setup to test platinum (Pt) and tungsten trioxide (WO_3) hydrogen sensor.

Lukiskan skema penyediaan untuk pengujian penderia hidrogen platinum (Pt) dan tungsten trioksida (WO_3).

(30 marks/markah)

- [b] Derive and explain chemical reactions for Pt/ WO_3 hydrogen sensor.

Terbit dan terangkan persamaan kimia untuk penderia hidrogen Pt/ WO_3

(40 marks/markah)

- [c] What is the function for Pt in this Pt/ WO_3 hydrogen sensor?

Apakah fungsi Pt dalam penderia hidrogen Pt/ WO_3 ini?

(10 marks/markah)

- [d] Based on your knowledge on advanced materials, recommend any method or new material in order to improve Pt/ WO_3 hydrogen sensor properties.

Berdasarkan pengetahuan anda berkenaan bahan termaju, cadangkan sebarang kaedah atau bahan baru untuk meningkatkan sifat-sifat penderia hidrogen Pt/ WO_3 ini.

(20 marks/markah)

7. [a] As the aviation industry strives to cut its gas emissions, the 'lightweighting' of aircraft components is a priority. Company ABC intends to establish a new operation that will develop and manufacture selected interior components using polymer matrix composites (PMCs). These components will be significantly lighter than comparable components in metal and will then significantly influence the fuel consumption and, thereby its carbon dioxide emissions.

Memandangkan industri penerbangan berusaha untuk mengurangkan pengeluaran gas, komponen kapal terbang yang ringan merupakan satu keutamaan. Syarikat ABC bercadang untuk mewujudkan satu operasi baru yang akan membangunkan dan menghasilkan komponen dalaman berasaskan komposit matrik polimer (PMCs). Komponen ini lebih ringan daripada komponen yang dibuat daripada logam dan ini akan mengurangkan penggunaan bahan api dengan ketara dan mengurangkan pengeluaran karbon dioksida.

- (i) Recommend a suitable PMC based on thermoplastic matrix system for this application.

Cadangkan PMC yang sesuai berasaskan matriks termoplastik bagi aplikasi ini.

(10 marks/markah)

- (ii) Based on example in (i), describe 3 main properties of composite materials to be used as aircraft interior components.

Berdasarkan contoh yang diberikan dalam (i), terangkan 3 sifat utama bahan komposit yang akan digunakan sebagai komponen dalaman kapal terbang.

(30 marks/markah)

...10/-

- [b] The pultrusion process in manufacturing of fibre reinforced composites has several advantages especially where the building and construction industries are concerned.
- (i) Describe the pultrusion process with the aid of a schematic diagram of a standard pultrusion machine and label each component.
 - (ii) Compare the pultrusion process based on dry layup and wet layup methods. List the advantages and disadvantages of these two methods.
 - (iii) Give your comment on the application of continuous polymer composites produced by pultrusion process for building and construction industries.

Proses pultrusi bagi penghasilan komposit diperkuat gentian mempunyai beberapa kelebihan terutamanya di dalam industri pembinaan dan bangunan.

- (i) Terangkan proses pultrusi dengan menggunakan bantuan gambarajah skematik yang berlabel bagi mesin pultrusi biasa.*
- (ii) Bandingkan proses pultrusi ini berdasarkan kepada layup kering dan layup basah. Senaraikan kebaikan dan kelemahan kaedah-kaedah ini.*
- (iii) Berikan komen anda bagi aplikasi komposit polimer selanjur yang dihasilkan oleh proses pultrusi bagi kegunaan industri bangunan dan pembinaan.*

(60 marks/markah)