
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2012/2013 Academic Session

June 2013

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

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

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

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

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

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

[Arahan: Jawab LIMA soalan. 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 shall be used.

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

PART A / BAHAGIAN A

1. [a] Sketch for (i) fiber composites (ii) particulate composites and (iii) laminar composites and identify the different constituents. Explain briefly any two methods used for producing laminar composites.

Lukiskan lakaran untuk (i) komposit bergentian (ii) komposit partikulat dan (iii) komposit lamina dan tandakan konstituen yang berbeza. Terangkan secara ringkas mana-mana dua kaedah yang boleh digunakan untuk menghasilkan komposit lamina.

(25 marks/markah)

- [b] With the help of a schematic diagram, describe the vacuum bag autoclave process for producing carbon fiber reinforced epoxy part for an aircraft.

Dengan bantuan lakaran kemas terangkan proses beg vakum autoklaf untuk menghasilkan komposit epoksi diperkuat gentian karbon untuk aplikasi pesawat.

(25 marks/markah)

- [c] It is desired to produce a continuous and oriented carbon fiber-reinforced epoxy having a modulus of elasticity of at least 83 GPa in the direction of fiber alignment. The maximum permissible specific gravity is 1.40. Based on the following data, evaluate if the composites possible to be made? Justify your answer? Assume that composite specific gravity may be determined using a relationship similar to equation of $E_c = E_m V_m + E_f V_f$
- Carbon fiber: Specific gravity: 1.80; Modulus of Elasticity (GPa) = 260
Epoxy: Specific gravity: 1.25; Modulus of Elasticity (GPa) = 2.4

Komposit epoksi bergentian karbon selanjur dengan modulus keelastikan sekurang-kurangnya 83 GPa dalam arah gentian perlu dihasilkan. Graviti spesifik maksimum tertentu yang dibenarkan ialah 1.40. Berdasarkan data yang diberikan, jangkakan adakah komposit ini boleh dihasilkan? Jelaskan jawapan anda? Andaikan graviti spesifik komposit boleh ditentukan dengan menggunakan hubungan yang serupa dengan persamaan $E_c = E_m V_m + E_f V_f$

Gentian karbon: Graviti spesifik: 1.80; Modulus Keelastikan (GPa) = 260
Epoxy: Graviti spesifik: 1.25; Modulus Keelastikan (GPa) = 2.4.

(50 marks/markah)

2. [a] What is an intermetallic compound? Describe its common properties and propose one example of its application.

Apakah sebatian "intermetallic"? Terangkan sifat-sifat umum sebatian "intermetallic". Cadang dan terangkan satu contoh penggunaan sebatian ini.

(30 marks/markah)

- [b] Formation of intermetallic compound during soldering can cause significant problem. Elaborate this problem and propose a solution to this problem.

Pembentukan sebatian "intermetallic" semasa proses memateri boleh menyebabkan masalah yang besar. Huraikan masalah ini dan cadangkan penyelesaiannya.

(30 marks/markah)

- [c] Smart structures are a new materials system that combine contemporary materials science with information science. Describe the basic components of smart materials and how each component works.

Struktur pintar adalah sistem bahan yang menggabungkan sains bahan kontemporari dan sains maklumat. Terangkan komponen-komponen asas bagi struktur pintar dan bagaimana setiap komponen berfungsi.

(40 marks/markah)

3. [a] Demonstrate how do mechanical strengths of metal matrix composites varied with the direction of mechanical loading for particulate and fiber reinforced composites.

Tunjukkan bagaimana kekuatan mekanik komposit matrik logam berubah dengan arah pembebanan mekanik bagi komposit-komposit ditetulang partikel dan gentian.

(60 marks/markah)

- [b] In selecting suitable ceramic to form a matrix skeleton, explain a few criteria to be fulfilled in order to achieve enhanced mechanical and physical properties.

Dalam memilih seramik yang sesuai untuk membentuk rangka matrik, terangkan beberapa kriteria yang harus dipatuhi untuk mencapai sifat mekanik dan fizik yang meningkat.

(40 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

4. [a] Analyze in brief why composite materials are considered nowadays as structural materials in engineering applications. Give the reasons.

Analisa secara ringkas mengapakah sekarang bahan komposit dianggap sebagai bahan struktur dalam aplikasi kejuruteraan. Berikan alasan anda.

(20 marks/markah)

- [b] Discuss how properties of composite material can be a function of the following:

- (i) Properties of the constituent phases.
- (ii) Their relative amounts, and
- (iii) Geometry of the dispersed phases.

Bincangkan bagaimana sifat-sifat bahan komposit dipengaruhi oleh fungsi berikut:

- (i) *Sifat fasa konstituen.*
- (ii) *Jumlah relatif fasa konstituen, dan*
- (iii) *Geometri fasa yang tersebar.*

(30 marks/markah)

- [c] Refer the information given in Table 1, select the best possible resin to produce a golf club shaft with a T300 carbon fiber and justify your answer. Golf clubs flex modulus should be around 100GPa. Assume the T300 modulus is 280 GPa and 40% of T300 been used in this application. Discuss on the contribution of the matrix and reinforcement materials and processing related to this application.

Berdasarkan maklumat dalam Jadual 1, pilih resin yang terbaik untuk menghasilkan aci golf dengan gentian karbon T300 dan beri justifikasi anda. Modulus pelenturan golf ini adalah sekitar 100 GPa. Untuk masalah ini anggapkan modulus T300 ialah 280 GPa dan 40% T300 digunakan dalam aplikasi ini. Bincangkan mengenai sifat-sifat bahan matriks dan penguat dan kaedah pemprosesan berdasarkan aplikasi ini.

(50 marks/markah)

Table 1 - Properties of Selected Thermoplastic Matrix Resins (at 23°C)

Jadual 1 - Sifat resin termoplastik yang terpilih (pada 23°C)

Property	PEEK ^a	PPS ^b	PSUL ^c	PEI ^d	PAI ^e	K-III ^f	LARC-TPI ^g
Specific gravity	1.30-1.32	1.36	1.24	1.27	1.40	1.31	1.37
Yield (Y) or tensile (T) strength, MPa	100 (Y)	82.7 (T)	70.3 (Y)	105 (Y)	185.5 (T)	102 (T)	138 (T)
Tensile Modulus, GPa	3.24	3.3	2.48	3	3.03	3.76	3.45
Elongation-at-break (%)	50	4	75	60	12	14	5
Poisson's ratio	0.4	-	0.37	-	-	0.365	0.36
Flexural strength, MPa	170	152	106.2	150	212	-	-
Flexural modulus, GPa	4.1	3.45	2.69	3.3	4.55	-	-
Fracture energy, G _{IC} , kJ/m ²	6.6	-	3.4	3.7	3.9	1.9	-
HDT, °C (at 1.82 MPa)	160	135	174	200	274	-	-
Coefficient of thermal expansion, 10 ⁻⁵ /°C	4.7	4.9	5.6	5.6	3.6	-	3.5

5. [a] Explain the wettability concept in term of free energy per unit area of the interfaces.

Terangkan konsep kebolehasahan dari segi tenaga bebas per unit luas antara muka.

(20 marks/markah)

- [b] Briefly discuss how does silane coupling agent play its role to form adhesion between glass fibers and epoxy matrix?

Bagaimanakah agen penggandingan silana berperanan membentuk pelekatan antara gentian kaca dan matrik epoksi?

(30 marks/markah)

- [c] An employee at a thermoplastic composites manufacturing plant has made a mistake in using short glass fibers where another type of fibers was supposed to be used. You are brought in as an expert in composite materials to figure out a way to salvage the composites by adding in another reinforcement material. Recommend solution to this problem based on the following items;

- (i) Type of additional reinforcement material
- (ii) Processing methods
- (iii) Expected properties

Seorang pekerja di sebuah kilang pembuatan komposit termoplastik telah membuat satu kesilapan menggunakan gentian kaca di mana satu lagi jenis gentian sepatutnya digunakan. Anda akan dibawa masuk sebagai pakar dalam bahan komposit untuk memikirkan cara untuk menyelamatkan komposit dengan menambah bahan penguat yang lain. Cadangkan penyelesaian kepada masalah ini berdasarkan perkara berikut;

- (i) *Jenis bahan penguat tambahan*
- (ii) *Kaedah pemprosesan*
- (iii) *Jangkaan properties*

(50 marks/markah)

...9/-

6. [a] Propose suitable method to fabricate titanium composite reinforced with boron fibers using foil form titanium raw materials without the formation of titanium molten liquid. Explain processing steps involves in the proposed method with an aid of a diagram. Explain advantage and disadvantages of this method.

Cadangkan kaedah yang sesuai untuk membentuk komposit titanium ditetulang gentian boron menggunakan bahan mentah titanium berbentuk kerajang tanpa pembentukan cecair lebur titanium. Terangkan langkah-langkah pemprosesan yang terlibat dalam kaedah yang dicadangkan dengan berbantuan satu gambarajah. Terangkan kelebihan dan kekurangan kaedah ini.

(70 marks/markah)

- [b] A silver-tungsten composite for an electrical contact is produced by first making a porous tungsten powder metallurgy compact, then infiltrating pure silver into the pores. The density of the tungsten compact before infiltration is 14.5 g/cm^3 . Calculate the volume fraction of porosity and the final weight percent of silver in the compact after infiltration.

Density of the tungsten = 19.3 g/cm^3 .

Satu komposit perak-tungsten untuk sentuhan elektrik dihasilkan dengan membuat padatan logam serbuk tungsten diikuti dengan penusukan perak tulin ke dalam liang. Ketumpatan padatan tungsten sebelum penusukan ialah 14.5 g/cm^3 . Kirakan pecahan isipadu keliangan dan peratus berat akhir perak dalam padatan selepas penusukan.

Ketumpatan tungsten = 19.3 g/cm^3

(30 marks/markah)

7. [a] Define what is hydrogel and its classification. Microgel can be functionalized into responsive microgel toward pH and temperature sensitivity. Outline one example on how the the microgel can be made into pH sensitive and temperature sensitive for drug delivery application.

Tentukan apakah hidrogel dan klasifikasi. Mikrogel boleh functionalized ke mikrogel responsif terhadap pH dan sensitiviti suhu. Menggariskan satu contoh bagaimana mikrogel boleh dibuat ke dalam pH sensitif dan suhu sensitif bagi permohonan penyampaian ubat.

(40 marks/markah)

- [b] Different elements in alloys will serve different role in solder alloy. Describe the role of Silver, Copper, Bismuth and Indium in modifying the properties of solder alloys.

Elemen-elemen yang berlainan akan memberikan kesan yang berbeza terhadap aloi pateri. Terangkan peranan Silver, Copper, Bismuth dan Indium di dalam mengubah sifat-sifat aloi pateri.

(30 marks/markah)

[c] Describe, explain and cite examples of the following alloys:

- (i) Alloys
- (ii) Binary alloys
- (iii) Ternary alloys
- (iv) Substitution alloys
- (v) Interstitial alloys

Perihalkan, terangkan dan berikan contoh-contoh untuk aloi-aloi berikut:

- (i) Alloys*
- (ii) Binary alloys*
- (iii) Ternary alloys*
- (iv) Substitution alloys*
- (v) Interstitial alloys*

(30 marks/markah)