
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

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

April 2007
April 2007

ESA 423/3 – Bahan Aeroangkasa & Komposit
Aerospace Material & Composite

Masa : [3 jam]
Hour : [3 hours]

ARAHAN KEPADA CALON :
INSTRUCTION TO CANDIDATES

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LIMA (5)** mukasurat bercetak dan **DUA BELAS (12)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

*Please ensure that this paper contains **FIVE (5)** printed pages and **TWELVE (12)** questions before you begin examination.*

Bahagian A : Jawab **LIMA** soalan sahaja.

Bahagian B : Jawab **SEMUA** soalan.

Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.

*Part A : Answer **FIVE** problems only.*

*Part B : Answer **ALL** problems.*

All questions carry the same marks.

Soalan boleh dijawab dalam Bahasa Inggeris kecuali satu soalan mestilah dijawab dalam Bahasa Malaysia.

The questions can be answered in English but one question must be answered in Bahasa Malaysia.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

Each questions must begin from a new page.

BAHAGIAN A : Jawab LIMA soalan sahaja.**PART A : Answer FIVE problems only.**

1. Apakah perbezaan di antara keluli, aluminium dan bahan rapuh terhadap tegangan tegangan? Terangkan dengan menggunakan lengkung tegangan-terikan.

What are the differences between steel, aluminium, and brittle materials with respect to tensile stresses? Explain them by using their stress-strain curves.

(6 markah/marks)

2. Bagaimana kita dapat menentukan jumlah bagi setiap fasa bagi sistem aloi pada suhu yang diberikan dengan menggunakan gambarajah fasa?

How can we determine the amounts of each phase of an alloy system at a given temperature by using the phase diagram?

(6 markah/marks)

3. Terangkan fungsi-fungsi matriks dan gentian penetulang. Apakah ciri-ciri asas perbezaan bagi dua jenis bahan tersebut?

Describe the functions of the matrix and of the reinforcing fibers. What fundamental differences are there in the characteristics of the two materials?

(6 markah/marks)

4. Apakah yang anda tahu mengenai superaloi? Kenapa ianya penting? Sila nyatakan tiga jenis kumpulan terbaru superaloi.

What do you know about superalloys? Why superalloys are important? Please, describe three groups of the recent superalloys!

(6 markah/marks)

5. Bagaimana paksi beban tegangan boleh dipindahkan ke dalam gentian komposit pendek apabila telah melebihi plastik matrik tegangan alah (τ_{ym}) ?

How the axial tensile load will be transferred in the short fiber composite when the matrix plastic yield stress (τ_{ym}) is exceeded?

(6 markah/marks)

6. Apakah kaedah-kaedah ujikaji yang biasa digunakan untuk menentukan ciri hak milik permukaan bagi gentian? Sila terangkan.

What are the experimental methods used to characterize the surface property of the fibers? Please, explain!

(6 markah/marks)

7. Sila terangkan kaedah-kaedah untuk menguatkan ikatan pada kawasan antara muka bagi bahan komposit.

Please, explain the methods to enhance the bonding strength at interface region of a composite material.

(6 markah/marks)

BAHAGIAN B. Jawab SEMUA soalan.**PART B. Answer ALL problems.**

1. Pertimbangkan epoksi-grafit plastik bertetulang dengan gentian membujur dikenakan kepada beban membujur. Modulus keanjalan bagi plastik ialah 320 GPa, dan matriks epoksi 100 GPa. Ungkapkan modulus keanjalan bagi komposit dan pecahan beban yang disokong oleh gentian dalam kandungan gentian pelbagai. Apakah kandungan gentian yang sepatutnya untuk gentian dan matrik gagal secara serentak? Tegasan gentian yang dibenarkan ialah 205 MPa dan kekuatan matriks 50 MPa.

Consider a graphite-epoxy reinforced plastic with longitudinal fibers subjected to longitudinal loads. The elastic modulus of the fiber is 320 GPa, and that of the epoxy matrix is 100 GPa. Express the elastic modulus of the composite and the fraction of the load supported by the fibers in the variable of fiber content. What should be the fiber content so that the fibers and the matrix fail simultaneously? Use an allowable fiber stress of 205 MPa and a matrix strength of 50 MPa.

(10 markah/marks)

2. Luas satu keratan rentas bahan komposit mengandungi 24% gentian., di mana gentian tersebut mempunyai kekuatan 1200 MPa dan kekuatan matriks 240 MPa, sementara modulus keanjalannya 360 GPa dan matrik epoksinya 120 GPa. Komposit itu dikenakan beban P dalam laluan gentian.

Kirakan:

- (a) modulus keanjalan bagi komposit
 (b) pecahan beban disokong oleh gentian, dan
 (c) modulus keanjalan bagi komposit dan pecahan beban disokong oleh gentian jika kekukuhan gentian ialah dua kali dan separuh kekukuhan matriks?

The cross-sectional area of a composite material contains 24% fibers. The strength of the fibers is 1200 MPa, and the strength of the matrix is 240 MPa, while the elastic modulus of the fiber is 360 GPa, and that of the epoxy matrix is 120 GPa. The composite is subjected to load P in the fiber direction.

Calculate:

- (a) the elastic modulus of the composite,
 (b) the fraction of the load supported by the fibers, and
 (c) the elastic modulus of the composite and the fraction of the load supported by the fibers if the fiber stiffness is doubled and the matrix stiffness is halved?

(10 markah/marks)

3. Gentian berterusan akan digunakan untuk membuat struktur komposit. Gentian tersebut berdiameter $9 \mu\text{m}$. Apakah pecahan maksimum isipadu gentian, V_f , bagi susunan segiempat sama dan untuk susunan hexagon? Yang mana satu berkemungkinan memberi isipadu pecahan terbesar?

Continuous fibers will be used to make a composite structure. Diameter of fibers is $9 \mu\text{m}$. What are the maximum fiber volume fraction, V_f , for a square array, and for a hexagonal array? Which provides the largest possible volume fraction?

(10 markah/marks)

4. Dapatkan ungkapan bagi kaca/lamina epoksi sebagai fungsi pecahan isipadu gentian V_f , menggunakan model-model berikut:

- (a) Model Selari
- (b) Model Sesiri
- (c) Halpin-Tsai model dengan $\xi = 1$
- (d) Halpin-Tsai model dengan $\xi = 2$

(Gunakan $G_f = 30.2 \text{ GPa}$, $G_m = 1.8 \text{ GPa}$.)

Determine the expressions for G_{12} for a glass/epoxy lamina as a function of the fiber volume fraction, V_f , using the following models:

- (a) Parallel model
- (b) Series model
- (c) Halpin-Tsai model with $\xi = 1$
- (d) Halpin-Tsai model with $\xi = 2$

(Use $G_f = 30.2 \text{ GPa}$, $G_m = 1.8 \text{ GPa}$.)

(20 markah/marks)

5. Satu lapisan (karbon/epoksi, AS4/3501-6) $[0/90]_s$ telah dikenakan beban mekanikal:

A $[0/90]_s$ laminate (carbon/epoxy, AS4/3501-6) is subjected to mechanical loading:

$$\begin{bmatrix} \bar{\sigma}_x \\ \bar{\sigma}_y \\ \bar{\tau}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 300 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ MPa}$$

- (a) Dapatkan faktor keselamatan, S_f , dengan menggunakan teori tegasan maksimum dan kegagalan lapisan pertama. (Abaikan baki tegasan akibat proses pelapisan, i.e., $\Delta T = 0$, $\Delta c = 0$).

Determine the safety factor, S_f , using the maximum stress theory and first ply failure. (Ignore residual stresses due to lamination process, i.e., $\Delta T = 0$, $\Delta c = 0$).

- (b) Dengan menggunakan teori kegagalan tegasan dan kegagalan lapisan pertama, dapatkan semakan semula faktor keselamatan jika proses pelapisan dimasukkan bersama dengan beban mekanikal di atas. Lapisan itu telah diawet pada 180°C dan disejukkan hingga 30°C .

Using maximum stress failure theory and first ply failure, determine a revised safety factor when the residual stresses due to the lamination process are included along with the above mechanical load. The laminate was cured at 180°C and cooled to 30°C .

- (c) Adakah lapisan itu gagal di bawah gabungan mekanikal dan beban habahigro? Jika ya, lapisan mana yang gagal dahulu, dan apakah bentuk kegagalan?

Does this laminate fail under the combined mechanical and hygrothermal loading? If so, which ply fails first, and what is the failure mode?

(20 markah/marks)