

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2005/2006

April/Mei 2006

## **EBB 406/3 - Pemilihan Bahan**

Masa : 3 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LIMA muka surat beserta TIGA muka surat (Lampiran) yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan, EMPAT soalan di BAHAGIAN A dan DUA soalan di BAHAGIAN B.

Jawab EMPAT soalan. Jawab SATU soalan dari BAHAGIAN A, SATU soalan dari BAHAGIAN B dan DUA soalan dari mana-mana bahagian. Jika calon menjawab lebih daripada empat soalan hanya empat 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] Apakah pertimbangan yang perlu diambil kira dalam pemilihan bahan untuk merintang rayapan pada suhu tinggi.  
(40 markah)
- [b] Bincangkan pemilihan pelbagai aloi logam dalam kegunaan merintang rayapan suhu tinggi.  
(60 markah)
2. [a] Proses rekabentuk kejuruteraan boleh dibahagikan kepada beberapa peringkat. Bincangkan asas-asas sains kejuruteraan, ketepatan data dan pemilihan bahan pada setiap peringkat ini.  
(60 markah)
- [b] Jelaskan EMPAT perkara pokok pemilihan bahan yang bersaling tindakan dalam sesuatu rekabentuk mekanik dengan merujuk kepada pemilihan bahan untuk substrat pacuan cakera keras (HDD).  
(40 markah)
3. [a] Dengan menggunakan kes suatu rod penyambung silinder yang pejal (panjang  $l$ ) untuk menampung daya tegangan  $F$  pada faktor keselamatan  $S_f$ , terbitkan indeks prestasi untuk mendapatkan rod yang paling ringan.  
(40 markah)
- [b] Suatu bingkai uji enjin memerlukan suatu bahan yang bukan sahaja tegar (modulus  $E > 40$  GPa) tetapi juga mempunyai redaman yang tinggi. Redaman adalah keupayaan sesuatu bahan menyalur keluar tenaga kenyal: bahan mati gegaran mempunyai redaman yang tinggi. Ianya diukur oleh koefisien hilangan,  $\eta$ .
- Tentukan 4 bahan yang sesuai untuk bingkai ujian enjin ini. Beri ulasan tentang kesesuaian setiap satu. Sila rujuk Lampiran 1.  
(60 markah)
- ...3/-

4. [a] Suatu bahan diperlukan bagi bilah suatu mesin pemotong rumput. Kos adalah suatu pertimbangan penting. Bagi tujuan keselamatan, pereka bentuk menetapkan suatu nilai keliatan patah bagi bilah, iaitu  $K_{Ic} > 30 \text{ MPa m}^{3/2}$ . Keperluan mekanik yang lain ialah kekerasan (H) tinggi untuk mengurangkan haus bilah. Kekerasan dalam kegunaan seumpama ini boleh dikaitkan kepada kekuatan:

$$H \approx 3\sigma_f$$

di sini  $\sigma_f$  adalah kekuatan. Tentukan mengikut keutamaan 3 bahan yang paling sesuai bagi kegunaan ini. Sila lihat Lampiran 2 dan 3.

(40 markah)

- [b] Jelaskan dalam bentuk carta alir langkah-langkah yang perlu diambil dalam tatacara pemilihan bahan. Sebagai panduan, anda harus menampilkan konsep batasan primer, batasan sekunder, pengoptimuman prestasi dan sebagainya.

(60 markah)

**BAHAGIAN B**

5. [a] Bincangkan 4 kriteria umum bagi pemilihan bahan. Anda digalakkan memberikan contoh bagi setiap perbincangan.

(40 markah)

- [b] Berdasarkan perbincangan di atas, bincangkan mengenai yang berikut:

- (i) Apakah kelebihan dan kekurangan menukar bahan keluli kepada plastik diperkuat fiber bagi aplikasi bumper kereta?
- (ii) Apakah keperluan bahan yang utama untuk bilah pisau dapur? Bahan apakah yang biasa digunakan untuk aplikasi ini? Bolehkah bahan seramik digunakan dalam aplikasi ini?
- (iii) Komposit matriks logam berpenguat partikel dan keluli : yang mana satukah lebih berkesan untuk aplikasi silinder piston? Adakah rawatan haba/permukaan memberikan pengaruh terhadap keberkesanan keluli bagi aplikasi ini?

(60 markah)

6. [a] Fikirkan mengapa buku-buku dicetak di atas kertas. Cadangkan beberapa bahan alternatif yang boleh digunakan. Di bawah keadaan manakah (kos, kemudahan dan lain-lain) bahan-bahan alternatif yang dicadangkan menjadi calon yang sangat menarik?

(40 markah)

- [b] Terangkan mengapa aloi-aloi yang direka untuk proses tuangan secara umumnya tidak digunakan untuk proses tempaan, dan sebaliknya.

(20 markah)

- [c] Satu cermin depan kapal terbang (*aircraft windshield*) dinilai berdasarkan kepada ciri-ciri bahan yang berikut. Faktor pemberatnya diberikan di dalam kurungan.

Kebolehrintangan untuk berkecai (*resistance to shattering*) ..... (10)

Kemudahhasilan (*fabricability*) ..... (2)

Berat ..... (8)

Kebolehrintangan terhadap calar (*scratch resistance*) ..... (9)

Pengembangan terma ..... (5)

Calon-calon bahan adalah:

A - kepingan kaca

B - PMMA

C - kaca terbaja (*tempered glass*)

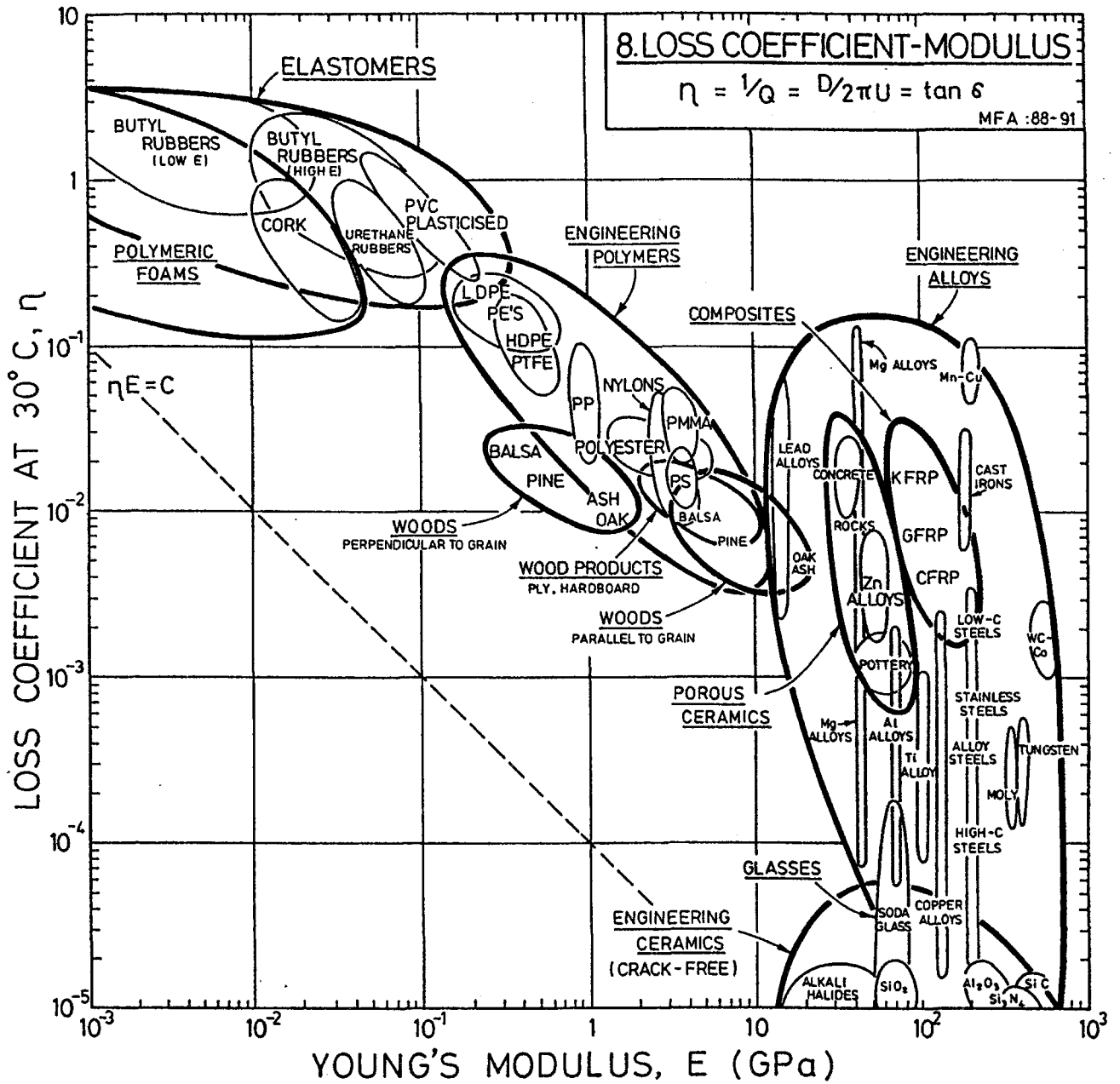
D - satu polimer berlapis istimewa (*special polymer laminate*)

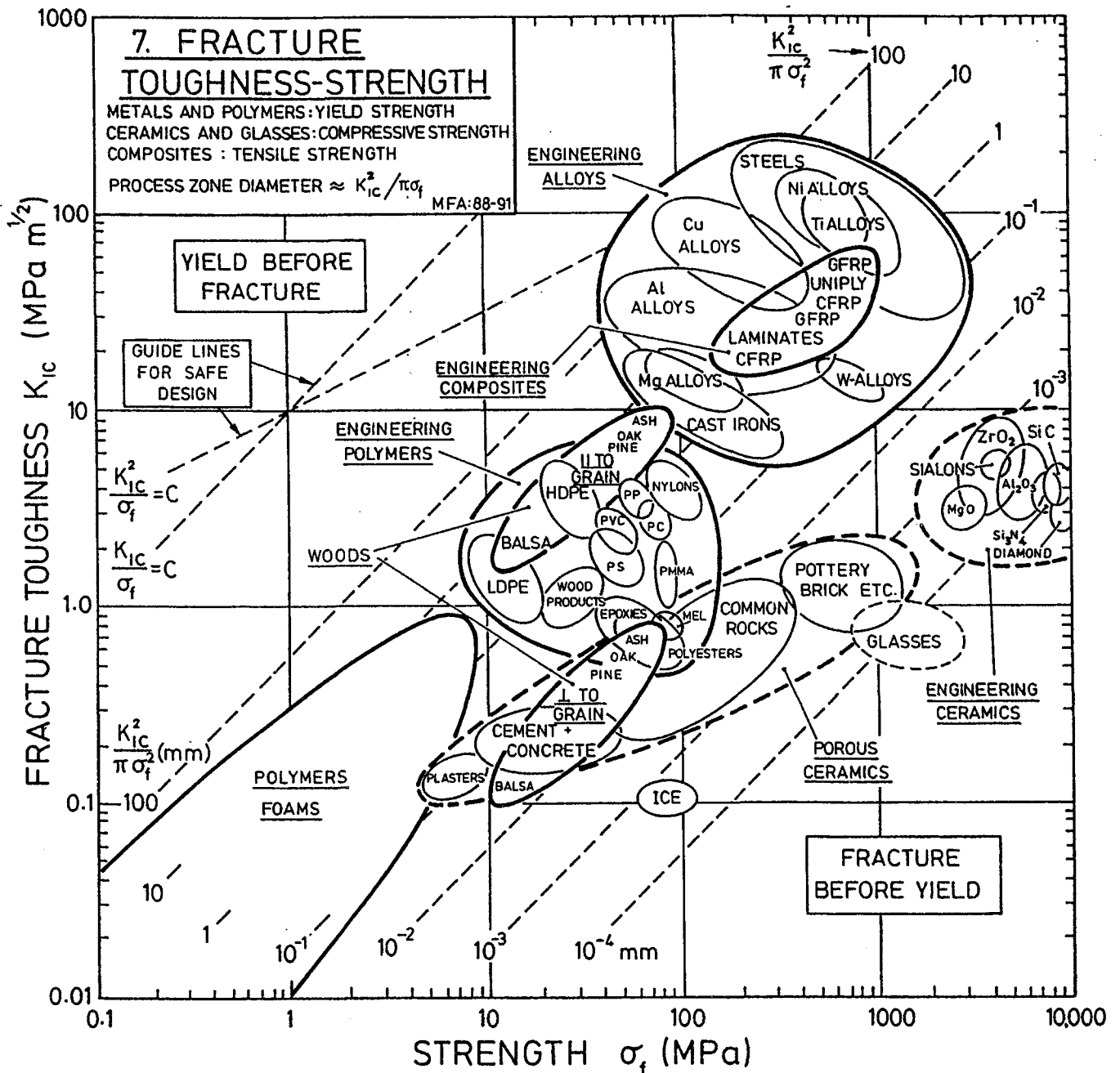
Sifat-sifat tersebut telah dinilai oleh satu panel pakar teknikal, dan ditunjukkan sebagai peratus nilai maksimum yang boleh dicapai.

Sifat	Calon Bahan			
	A	B	C	D
Kebolehrintangan untuk berkecai	0	100	90	90
Kemudahhasilan	50	100	10	30
Berat	45	100	45	90
Kebolehrintangan terhadap calar	100	5	100	90
Pengembangan terma	100	10	100	30

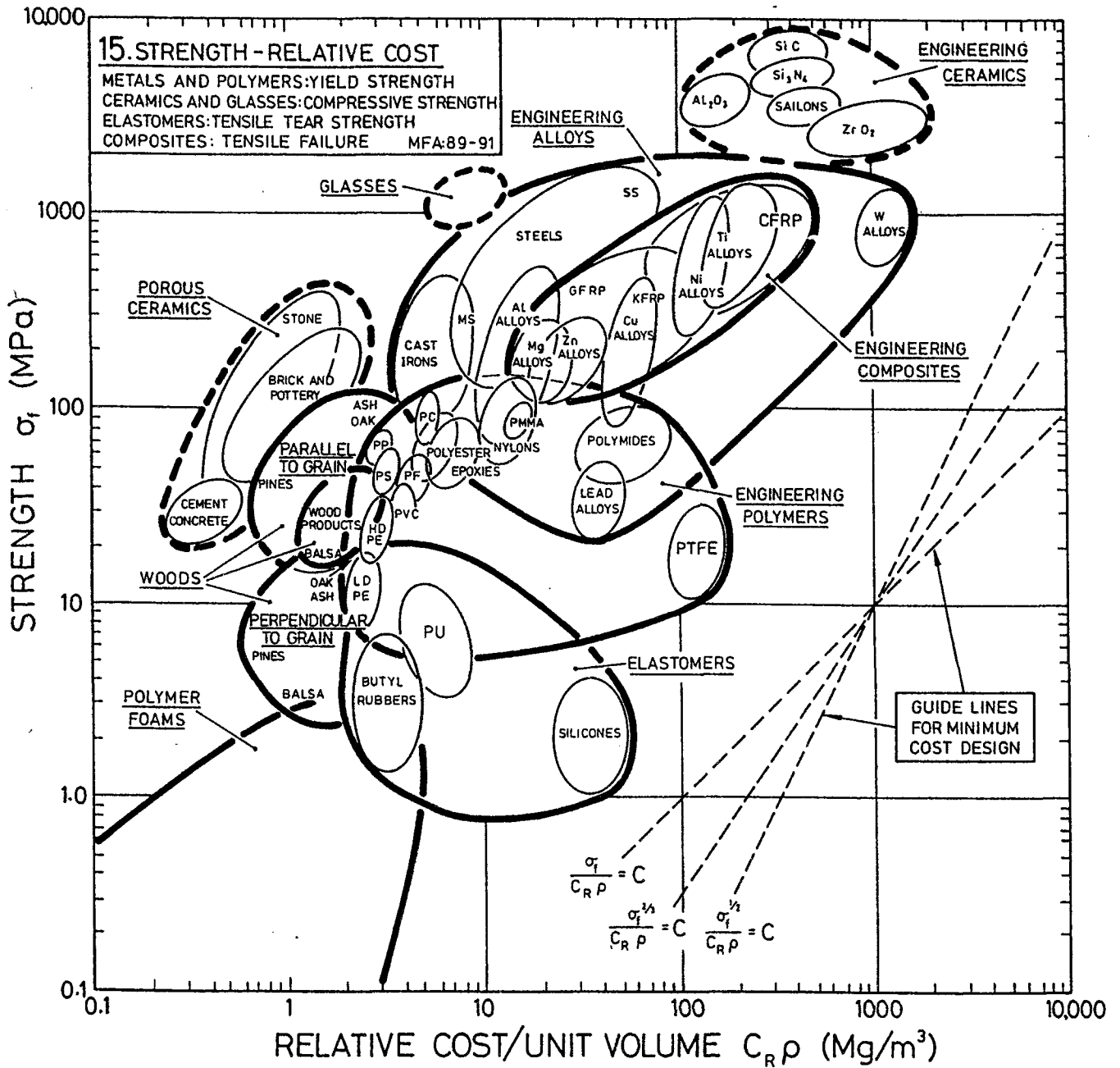
Gunakan indeks keberatan sifat (*weighted property index*) untuk memilih bahan yang paling baik.

(40 markah)





**LAMPIRAN 3**



# TRANSLATION

---

## UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
Academic Session of 2005/2006

April/May 2006

### **EBB 406/3 - Materials Selection**

Time : 3 hours

---

Please check that this examination paper consists of FIVE pages of printed material and THREE pages APPENDIX before you begin the examination.

This paper contains SIX questions, FOUR questions from SECTION A and TWO questions from SECTION B.

Answer any FOUR questions. Answer ONE question from SECTION A, ONE question from SECTION B and TWO questions from any of the sections. If a candidate answers more than four questions, only the first four 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] What are the considerations that need to be taken into account during the selection of materials to resist creep at high temperatures.  
(40 marks)
- [b] Discuss the selection of various alloys in creep resistant applications at high temperatures.  
(60 marks)
2. [a] An engineering design process can be divided into various stages. Discuss the supporting engineering science, precision of data and the choices of materials at each stage.  
(60 marks)
- [b] Explain 4 inter-related factors in the selection of materials during a mechanical design process. Illustrate your answer with respect to material selection for a hard disk drive (HDD).  
(40 marks)
3. [a] Using the case of a solid and cylindrical tie-rod (of length  $l$ ) supporting a tensile force,  $F$ , at a safety factor,  $S_f$ , derive the performances index for the rod which must also be light.  
(40 marks)
- [b] An engine test frame requires a material which is both stiff (modulus  $E > 40$  GPa) and has a high damping. Damping is the ability of a material to dissipate elastic energy : vibration - deadening materials have high damping. It is measured by the loss coefficient,  $\eta$ . Identify a subset of four possible materials for the engine test frame. Comment on their suitability. Refer Appendix 1.  
(60 marks)

...3/-

4. [a] A material is required for the blade of a rotary lawnmower. Cost is a consideration. For safety reasons, the designer specified a minimum fracture toughness for the blade : it is  $K_{Ic} > 30 \text{ MPa m}^{1/2}$ . The other mechanical requirement is for high hardness,  $H$ , to minimise blade wear. Hardness, in applications like this one, is related to strength:

$$H \approx 3\sigma_f$$

where  $\sigma_f$  is the strength. Identify and rank 3 possible materials for this application. Refer Appendix 2 and 3.

(40 marks)

- [b] Explain, with the aid of a flow chart, the steps necessary in the process of materials selection. As a guide, you need to highlight concepts such as primary constraint, secondary constraint, performance optimization, etc.

(60 marks)

**PART B**

5. [a] Discuss the 4 general criteria for material selection. You are encouraged to give example for every discussion.

(40 marks)

- [b] Based on the discussion above, discuss about the following:

- (i) What would be the advantages and disadvantages of substituting fiber reinforced plastics for steel in motor car bumpers application?
- (ii) What are the main material requirements for kitchen knife blades? What are the materials normally used for the manufacture of such blades? Can ceramics be used in this application?
- (iii) Particulate reinforced metal matrix composite and steel : which of these materials is more effective for piston cylinder application? Would heat/surface treatment influence the effectiveness of steel for this application?

(60 marks)

6. [a] Think about why books are printed on paper. Suggest a number of alternative materials that could be used. Under what conditions (cost, availability, etc.) would the alternative materials be most interesting candidate?

(40 marks)

- [b] Explain why alloys designed for casting generally are not used for forgings, and vice versa.

(20 marks)

- [c] An aircraft windshield is rated according to the following materials characteristics. The weighting factors are shown in parentheses.

Resistance to shattering ..... (10)

Fabricability ..... (2)

Weight ..... (8)

Scratch resistance ..... (9)

Thermal expansion ..... (5)

The candidate materials are:

A - plate glass

B - PMMA

C - tempered glass

D - a special polymer laminate

The properties are evaluated by a panel of technical experts, and they are expressed as percentage of maximum achievable values.

Property	Candidate Material			
	A	B	C	D
Resistance to shattering	0	100	90	90
Fabricability	50	100	10	30
Weight	45	100	45	90
Scratch resistance	100	5	100	90
Thermal expansion	100	10	100	30

Use the weighted property index to select the best material.

(40 marks)

