
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2007/2008

April 2008

EBB 406/3 - Pemilihan Bahan **[Materials Selection]**

[Masa : 3 jam]
Duration : 3 hours

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEMBILAN** muka surat beserta DUA muka surat LAMPIRAN yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

*[Please ensure that this examination paper contains **NINE** printed pages and TWO pages APPENDIX before you begin the examination.]*

Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan.

[This paper contains SIX questions.]

Arahan: Jawab **LIMA** soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

[Instructions: Answer **FIVE** questions. If a candidate answers more than five questions only the first five questions in the answer sheet will be graded.]

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

[Answer to any question must start on a new page.]

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

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

1. [a] Dengan contoh yang sesuai, terangkan langkah-langkah yang terlibat dalam pembangunan sesuatu produk.

With appropriate example, explain the steps involved in a product development.

(40 markah/marks)

- [b] Apakah kelebihan dan kekurangan gear plastik? Bagaimanakah prestasi gear tersebut boleh dipertingkatkan?

What are the advantages and disadvantages of plastic gears? How can the performance of such gears be improved?

(30 markah/marks)

- [c] Bandingkan polipropilena dan aluminum sebagai bahan untuk menghasilkan tiub ubat gigi.

Compare polypropylene and aluminum as materials for making toothpaste tubes.

(30 markah/marks)

2. [a] Bandingkan penggunaan plastik, seramik dan logam bagi menghasilkan pinggan dan mangkuk untuk tujuan berikut:

- (i) kegunaan rumah
- (ii) perkhemahan
- (iii) servis makanan di dalam kapal terbang

Compare the use of plastics, ceramics and metals for making plates and dishes for the following purposes:

- (i) *household use*
- (ii) *camping*
- (iii) *food service on airplanes*

(40 markah/marks)

- [b] Satu rasuk gantung dikenakan daya P pada satu hujungnya yang bebas untuk menghasilkan lenturan $\delta = PL^3/3EI$. Sekiranya rasuk tersebut mempunyai keratan rentas bulat, momen inersia $I = \pi r^4/4$.
- Tentukan indeks prestasi (satu bentuk merit) bagi memilih bahan yang akan meminimakan berat rasuk untuk kekakuan yang diberikan.
 - Dengan menggunakan sifat-sifat bahan yang diberikan di bawah, pilih bahan yang terbaik berdasarkan (1) prestasi, dan (2) kos dan prestasi.

A cantilever beam is loaded with force P at its free end to produce a deflection $\delta = PL^3/3EI$. If the beam has a circular cross section, moment of inertia $I = \pi r^4/4$.

- Develop a figure of merit (performance index) for selecting a material that minimizes the weight of a beam for a given stiffness.*
- By using the material properties given below, select the best material on the basis of (1) performance, and (2) cost and performance.*

Bahan Material	E (GNm⁻²)	E (ksi)	ρ (Mgm⁻³)	Kos anggaran (\$/ton) Approx. cost (\$/ton)
Keluli <i>Steel</i>	200	29 x 10 ³	7.8	900
Kayu <i>Wood</i>	9 - 16	1.7 x 10 ³	0.4 - 0.8	800
Konkrit <i>Concrete</i>	50	7.3 x 10 ³	2.4 - 2.8	650
Aluminium <i>Aluminium</i>	69	10 x 10 ³	2.7	3500
Plastik diperkuat gentian karbon (CFRP) <i>Carbon fibre reinforced plastic (CFRP)</i>	70 - 200	15 x 10 ³	1.5 - 1.6	350,000

(60 markah/marks)

3. [a] Apakah kelebihan dan had utama alat pemotong seramik berbanding dengan alat pemotong keluli kelajuan tinggi?

What are the main advantages and limitations of ceramic cutting tools in comparison with high speed cutting tools?

(40 markah/marks)

- [b] En. Optimus, seorang perekabentuk perabut, mencetuskan ilham sebuah meja yang ringan dan berbentuk mudah : satu kepingan rata kaca diperkuat yang disokong oleh kaki-kaki bulat kurus dan tidak berpenyokong (rajah di sebelah). Kaki-kaki tersebut mestilah pejal (untuk membuatkan mereka kurus) dan seringan yang boleh (untuk membolehkan meja mudah dialih). Mereka mestilah menyokong bahagian atas meja dan apa-apa beban yang diletakkan diatas meja tanpa membengkok atau gagal. Dan kaki meja juga mestilah tidak retak sekiranya terlanggar secara tidak sengaja bagi mengurangkan risiko runtuh.
- (i) Senaraikan fungsi, kekangan, objektif dan pembolehubah bebas yang ada.
- (ii) Cadangkan sekurang-kurangnya 2 calon bahan yang sesuai bagi menghasilkan kaki meja tersebut.

Diberi,

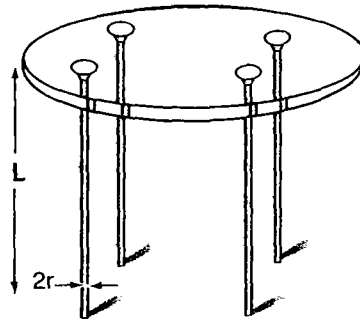
Beban elastik membengkok, $F_{crit} = \pi^2 EI / L^2$ dan momen inersia, $I = \pi r^4 / 4$.

Mr. Optimus, a furniture designer, conceives of a light-weight table of daring simplicity : a flat sheet of toughened glass supported on slender, un-braced, cylindrical legs (figure below). The legs must be solid (to make them thin) and as light as possible (to make the table easier to move). They must support the table top and whatever is placed upon it without buckling or fail. And the legs must also not fracture if accidentally struck to reduce the risk of collapse.

- (i) *List the function, constraints, objective and free variables.*
- (ii) *Suggest at least 2 suitable candidate materials to make the table legs.*

Given,

Elastic buckling load, $F_{crit} = \pi^2 EI / L^2$ and moment of inertia, $I = \pi r^4 / 4$



Rajah - meja ringan dengan kaki meja kurus bulat.

Figure - a light-weight table with slender cylindrical legs.

Lampiran 1 dan 2 memberikan rajah Ashby untuk modulus Young – ketumpatan dan kekuatan – ketumpatan.

Appendix 1 and 2 give Ashby charts for Young's modulus – density and strength – density.

(60 markah/marks)

4. [a] Ciri-ciri yang disenaraikan dalam jadual di bawah mungkin berguna ketika menentukan jenama kereta manakah akan dibeli.
- (i) Kirakan faktor pemberat individu.
 - (ii) Dengan menggunakan faktor pemberat yang telah dikira, kereta yang manakah kelihatan lebih menonjol?

The characteristics listed in table below may be useful in deciding which brand of automobile to purchase.

- (i) *Calculate the individual weighting factors.*
- (ii) *Using the calculated weighting factors, which brand of car looks more promising?*

Ciri <i>Characteristic</i>	Parameter <i>Parameter</i>	Camarro <i>Camarro</i>	Tran-A <i>Tran-A</i>	Nanobot <i>Nanobot</i>	Bee-2 <i>Bee-2</i>
Hasil kerja kemasan dalaman <i>Interior trim workmanship</i>	Rating	Baik <i>Good</i>	Sangat baik <i>Very good</i>	Baik <i>Good</i>	Sederhana <i>Fair</i>
Rekabentuk luaran <i>Exterior design</i>	Rating	Sangat baik <i>Very good</i>	Baik <i>Good</i>	Sederhana <i>Fair</i>	Buruk <i>Poor</i>
Kos mula <i>Initial cost</i>	RM	125,000	100,000	95,000	110,000
Ekonomi minyak <i>Fuel economy</i>	Km/liter	20	20	15	17
Pengendalian dan pemanduan <i>Handling and ride</i>	Rating	Baik <i>Good</i>	Sangat baik <i>Very good</i>	Baik <i>Good</i>	Sederhana <i>Fair</i>
Keselesaan <i>Comfort</i>	Rating	Sangat baik <i>Very good</i>	Baik <i>Good</i>	Sederhana <i>Fair</i>	Baik <i>Good</i>
Kos pembaikan <i>Cost of repair</i>	Purata 5 komponen <i>Average of parts</i>	RM 700	RM 600	RM 700	RM 500

(80 markah/marks)

- [b] Bincangkan dengan ringkas bagaimanakah kemuluran dan kekerasan permukaan bahan mempengaruhi prestasi sesuatu komponen dalam servis.

Discuss briefly how does ductility and surface hardness of material affect the performance of a component in service.

(20 markah/marks)

5. [a] Bos anda mahu membeli sebuah kapal untuk tujuan pelayaran rekreasi. Pilihannya adalah di antara sebuah perahu layar, bot laju, atau *catamaran*. Kapal-kapal tersebut dibuat dari bahan-bahan yang berbeza:

- (i) Perahu layar dengan badannya dibuat dari keluli
- (ii) Perahu layar dengan badannya dibuat dari aluminium
- (iii) Perahu layar dibuat dari kayu
- (iv) Perahu layar dibuat dari kayu dan keluli atau aluminium (bahagian berbeza dibuat dari bahan berbeza).
- (v) Bot laju yang dibuat dari komposit karbon / gentian karbon.
- (vi) Catamaran dibuat dari komposit (CFRP).

Berikan cadangan anda kapal manakah pilihan yang terbaik (termasuk pilihan bahan terbaik badan kapal). Bincangkan faktor-faktor yang dipertimbangkan, dan mengapakah anda mencadangkan pilihan anda itu.

Your boss wants to buy a vessel for recreational sailing. The choice is between a yacht, a speed boat or a catamaran. The vessels' are made of different materials:

- (i) Yacht made entirely of steel body*
- (ii) Yacht made entirely of aluminum body*
- (iii) Yacht made of wood*
- (iv) Yacht made of wood and steel or aluminum alloy (different sections made of different materials).*
- (v) Speed boat made of carbon / carbon fibre composite*
- (vi) Catamaran made of composite (CFRP)*

Give your suggestion as to which vessel is the best choice (including best selection of body material). Discuss your decision – factors taken into consideration, and why do you suggest your choice.

(50 markah/marks)

- [b] Penggunaan lebih banyak bahan dalam automobil telah membawa banyak masalah dalam pengitaran semula kerana kesukaran memisahkan pelbagai jenis bahan ini. Sebagai contoh, sebuah kereta bersaiz sederhana mungkin mempunyai sehingga 100 kg bahan pelbagai jenis (logam, polimer, kaca) dan mungkin juga jenis-jenis plastik atau logam. Cadangkan satu penyelesaian untuk masalah ini. Nota: cadangan anda boleh merangkumi pilihan bahan, pembangunan rekabentuk atau lain-lain kemungkinan.

The wider use of many materials in automobiles has led to problems in recycling because of the difficulty in separating such a wide range of materials. For example, a midsize car may contain up to 100 kg of a variety of materials (metals, polymers, glass) and even varieties of plastics or metals. Propose a solution for this problem. Note: your suggestion can include material selection, design development or any other possibilities.

(50 markah/marks)

6. [a] Bandingkan keluli A dan B untuk pembinaan satu kebuk tekanan berdiameter dalaman 76 cm dan panjang 3.5 m. Kebuk tekanan tersebut mesti mampu menahan tekanan dalaman sebanyak 34.5 MPa. Rekaan menentang retak dalaman radial dengan panjang $2a$. Gunakan faktor keselamatan 2. Untuk setiap keluli, tentukan:
- (i) saiz retak kritikal
 - (ii) saiz retak untuk keadaan bocor-sebelum-pecah

Compare steels A and B for the construction of a pressure vessel 76 cm inside diameter and 3.5 m long. The pressure vessel must withstand an internal pressure of 34.5 MPa. Design against a radial internal flaw of length $2a$. Use a factor of safety of 2. For each steel, determine:

- (i) *critical flaw size*
- (ii) *flaw size for a leak-before-break condition*

Keluli <i>Steel</i>	Kekuatan alah, psi <i>Yield Strength, MPa</i>	K_{IC} , MPa \sqrt{m} <i>K_{IC}, MPa \sqrt{m}</i>
A	1791	8.8
B	758	18.7

(40 markah/marks)

- [b] Bincangkan, dengan contoh-contoh berkaitan, mengenai yang berikut:
- Kepentingan faktor bentuk dalam pemilihan bahan.
 - Had-had kepada keberkesanan bentuk.

Discuss, with appropriate examples, about the following:

- The importance of shape factor in materials selection.*
- Limits to shape efficiency.*

(40 markah/marks)

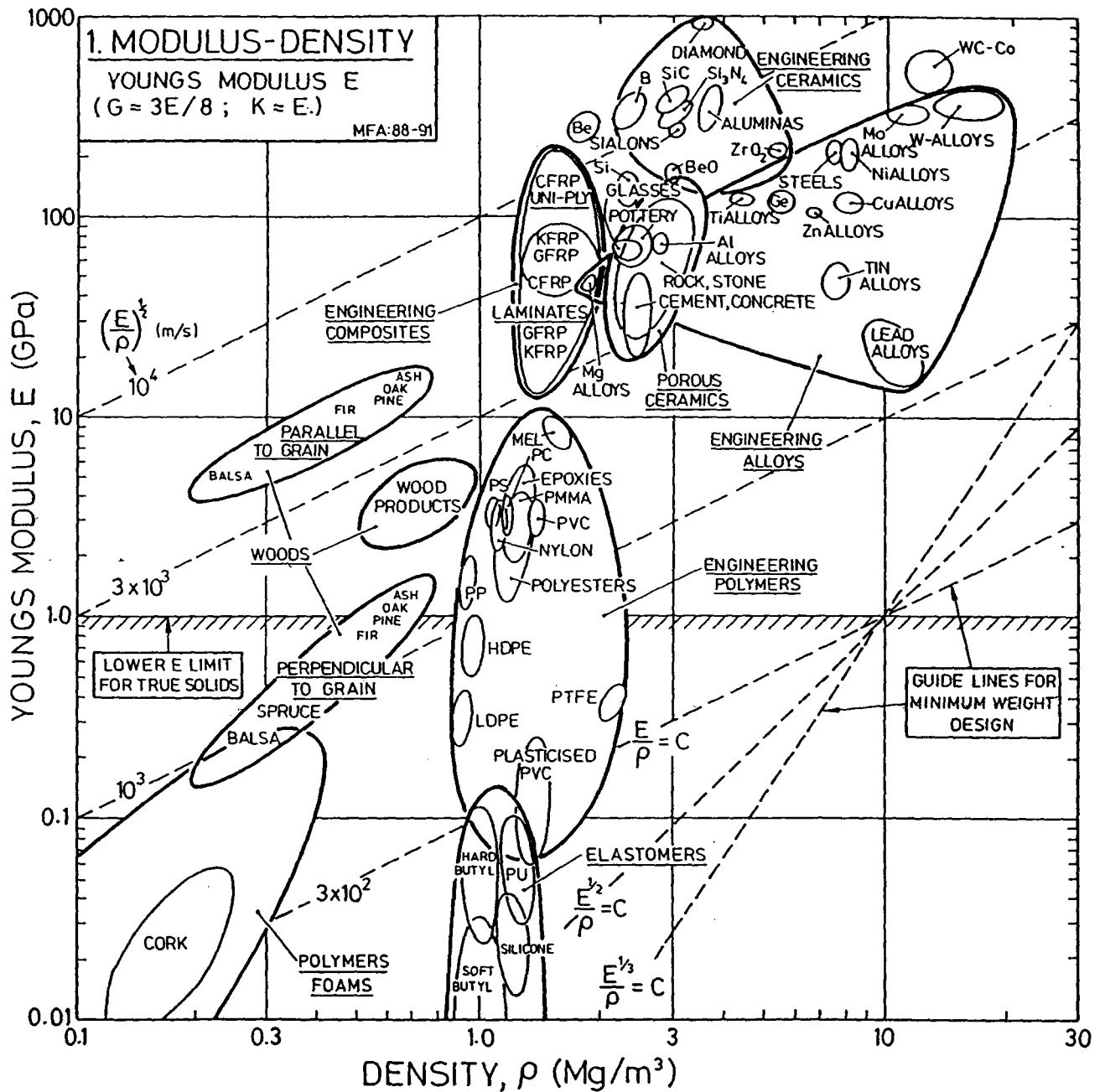
- [c] Terangkan, dengan contoh yang sesuai, mengenai carta Ashby dan kepentingannya dalam pemilihan bahan. Adakah carta-carta tersebut merangkumi semua sifat-sifat bahan? Terangkan.

Explain, with appropriate example, about Ashby charts and their importance in materials selection. Do the charts include all material properties? Explain.

(20 markah/marks)

LAMPIRAN 1

APPENDIX 1



LAMPIRAN 2

APPENDIX 2

