
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2014/2015 Academic Session

June 2015

EBB 408/3 – Materials Selection and Design *[Pemilihan dan Rekabentuk Bahan]*

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

Please ensure that this examination paper contains SEVEN printed pages and THREE pages APPENDIX before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TUJUH muka surat beserta TIGA muka surat LAMPIRAN yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper consists of FOUR questions.

[Kertas soalan ini mengandungi EMPAT soalan.]

Instruction: Answer THREE questions. If a candidate answers more than three questions only the first three questions answered in the answer script would be examined.

[Arahan: Jawab TIGA soalan. Jika calon menjawab lebih daripada tiga soalan hanya tiga 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 in the examination questions, the English version shall be used.

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

1. [a] Explain about Material Performance Index. Your explanation should start by defining what it is, how it is derived, and how the index will be useful in Materials Selection.

Terangkan mengenai Indeks Prestasi Bahan. Penerangan anda perlu bermula dengan mendefinisikan apakah ia, bagaimana ia diperolehi, dan bagaimana indeks ini berguna di dalam pemilihan bahan.

(40 marks/markah)

- [b] BMW launched its much anticipated i3[®] electric car in 2013 which features a 168-hp electric motor, and Carbon Fibre Reinforced Polymer (CFRP) passenger compartment (life module) fixed to an aluminum chassis (drive module). The life module comprises around 150 CFRP parts in total. Discuss the choice of materials for both parts, i.e passenger compartment and chassis. How do these differ from the conventional fuel engine car which commonly uses metallic body panel and chassis?

BMW telah melancarkan kereta elektrik i3[®] yang sememangnya dinantikan pada 2013 yang menampilkan motor elektrik 168-hp, dan ruang penumpang polimer diperkuat gentian karbon (CFRP) (modul hidup) yang dipasangkan kepada casis aluminium (modul pemanduan). Modul hidup terdiri daripada lebih kurang 150 komponen CFRP secara keseluruhannya. Bincangkan pemilihan bahan tersebut untuk kedua-dua bahagian, i.e ruang penumpang dan casis. Bagaimanakah pemilihan bahan ini berbeza dengan kereta konvensional enjin bahan api yang selalunya menggunakan casis dan panel badan diperbuat daripada logam?

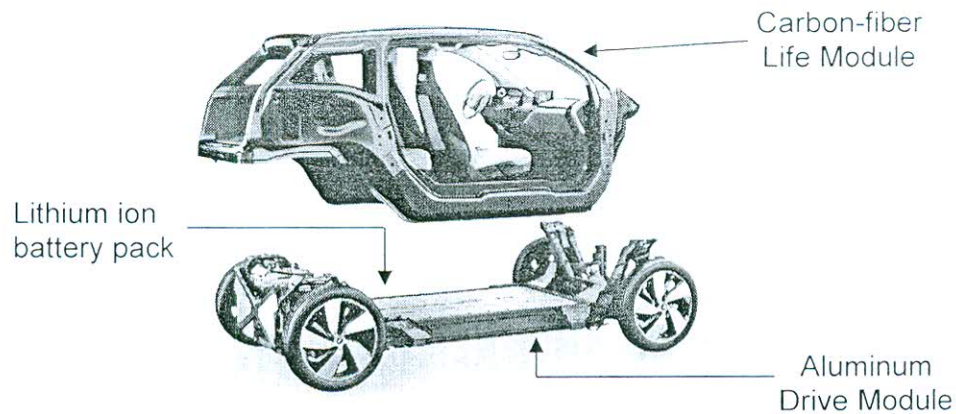


Figure 1 - the BMW i3's LifeDrive architecture

Rajah 1 - Struktur rekaan LifeDrive BMW i3

(60 marks/markah)

2. [a] The CES EduPack software enables users to perform an eco-audit measuring the energy consumed and carbon footprint for a certain product. The software calculates the two values for each phase in the life cycle of the product under consideration giving user an idea of which phase makes the largest contribution.
- (i) Explain why these two values are important in materials and process selection
 - (ii) Discuss how a rationale design can minimize the impact of that particular product to the environment.

Perisian CES EduPack membolehkan pengguna melakukan audit-eko yang mengira jumlah tenaga digunakan dan jejak karbon untuk produk tertentu. Perisian tersebut mengira kedua-dua nilai tersebut untuk setiap fasa di dalam kitaran hayat produk yang dipertimbangkan memberikan pengguna idea fasa yang manakah membuat sumbangan yang terbesar.

- (i) *Terangkan mengapakah kedua-dua nilai tersebut penting di dalam pemilihan bahan dan proses.*
- (ii) *Bincangkan bagaimana rekabentuk yang rasional mampu mengurangkan kesan produk tersebut kepada persekitaran.*

(40 marks/markah)

- [b] Building materials are conventionally made of wood, bricks or concrete blocks. The modern architectural design however, incorporates glass and steel structure especially for the exterior walls (airports, corporate building and commercial malls). This gives a more impressive and modern looks to the building (aesthetic). Assess whether the use of glass and steel structure provides positive or negative impact to the building other than the aesthetic improvement.

Bahan-bahan bangunan secara konvensionalnya diperbuat daripada kayu, bata atau blok konkrit. Bagaimanapun rekabentuk arkitek yang lebih moden mengenengahkan kaca dan struktur keluli terutamanya untuk dinding luaran (lapangan terbang, bangunan korporat dan pusat komersial). Ini memberikan pandangan yang lebih moden dan mengagumkan terhadap (estetik) bangunan tersebut. Nilaikan sama ada penggunaan kaca dan struktur keluli memberikan impak yang positif atau negatif terhadap bangunan tersebut selain daripada peningkatan nilai estetikanya.

(60 marks/markah)

3. [a] An engine test frame requires a material that is not only rigid (modulus $E > 40$ GPa) but also must have high damping. Damping is the ability of a material to dissipate elastic energy (or vibration). It can be measured by the loss coefficient, η . Determine 4 suitable materials for this engine test frame. Provide comments on the suitability of each material. Please use the charts given in Appendix 1.

Satu bingkai untuk ujian enjin memerlukan satu bahan yang bukan sahaja tegar (modulus $E > 40$ GPa) tetapi juga mempunyai keupayaan redaman yang tinggi. Redaman adalah keupayaan sesuatu bahan untuk menyalur keluar tenaga kenyal (atau getaran). Ianya diukur oleh koefisien kehilangan, η . Tentukan 4 bahan yang sesuai untuk bingkai ujian enjin ini. Beri ulasan tentang kesesuaian setiap satu. Sila rujuk Lampiran 1.

(40 marks/markah)

- [b] As a production engineer, you are asked to select a tool material for thread-rolling mild-steel bolts. Explain how would you evaluate and eventually select a suitable tool material from the candidates offered by the suppliers. In your deliberation, you should include the following:
- (i) Functional requirements of a good tool material
 - (ii) Critical properties of a good tool material
 - (iii) Screening process for candidate materials
 - (iv) Ranking and final selection
 - (v) Would cost be an issue? Explain.

Sebagai seorang jurutera pengeluaran, anda diminta untuk memilih satu bahan alatan untuk mengulir gelek bolt keluli lembut. Terangkan bagaimana anda menimbangkan dan seterusnya memilih bahan alatan yang sesuai daripada bahan-bahan yang ditawarkan oleh pembekal. Dalam perbincangan anda, anda sepatutnya memasukkan perkara berikut :

- (i) Keperluan fungsi satu bahan alatan yang baik*
- (ii) Sifat-sifat kritikal satu bahan alatan yang baik*
- (iii) Proses saringan untuk calon-calon bahan*
- (iv) Penyenaraian dan pemilihan akhir*
- (v) Adakah kos akan menjadi satu isu? Terangkan.*

(60 marks/markah)

4. [a] Mr Optimus, a furniture designer, design a light weight table of daring simplicity (newest trend of simple is more) : a flat sheet of toughened glass supported on slender, un-braced, cylindrical legs (Figure 2). The legs must be solid (to make them thin) and as light as possible (to make the table movable). 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.

En Optimus, seorang pereka bentuk perabot, mereka satu meja ringan dengan rekabentuk mudah (tren terbaru rekabentuk mudah lebih baik) : satu kepingan kaca diperkuat disokong oleh kaki meja silinder, tidak berembat dan kurus. Kaki-kakinya mestilah padu (untuk menjadikan mereka kurus) dan seringan yang mungkin (untuk membolehkan meja mudah dialih). Kaki meja mesti menyokong meja dan apa sahaja yang diletakkan di atas meja tanpa gagal atau melengkok. Dan kaki-kaki meja juga mestilah tidak retak sekiranya dihentak secara tiba-tiba untuk mengurangkan risiko runtuh.

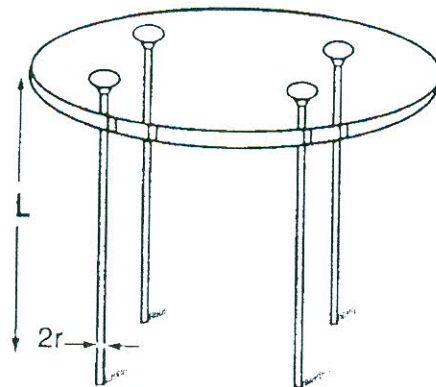


Figure 2 - Light weight table with slender cylindrical legs

Rajah 2 - Meja ringan dengan kaki silinder kurus

- (i) List the function, constraint, objective and free variable
- (ii) Derive the material performance index for the leg
- (iii) 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, $I = \pi r^4 / 4$

Please use Ashby chart for Strength – density in Appendix 1 and Young's modulus – density in Appendix 2.

- (i) *Senaraikan fungsi, kekangan, objektif dan pemboleh ubah yang bebas*
- (ii) *Terbitkan indeks prestasi bahan bagi kaki meja*
- (iii) *Cadangkan sekurang-kurangnya 2 calon bahan untuk membuat kaki meja tersebut*

Diberikan;

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

Sila gunakan carta Ashby untuk kekuatan – ketumpatan di dalam Lampiran 1 dan modulus Young – ketumpatan di dalam Lampiran 2.

(60 marks/markah)

- [b] Spectacles frame is usually made of metal frame, metal frame with polymer casing, completely made of polymeric material or polymer composite. Discuss the following;

- (i) Design requirements of spectacles frame
- (ii) Compare the candidates and elaborate on the suitability of each candidates

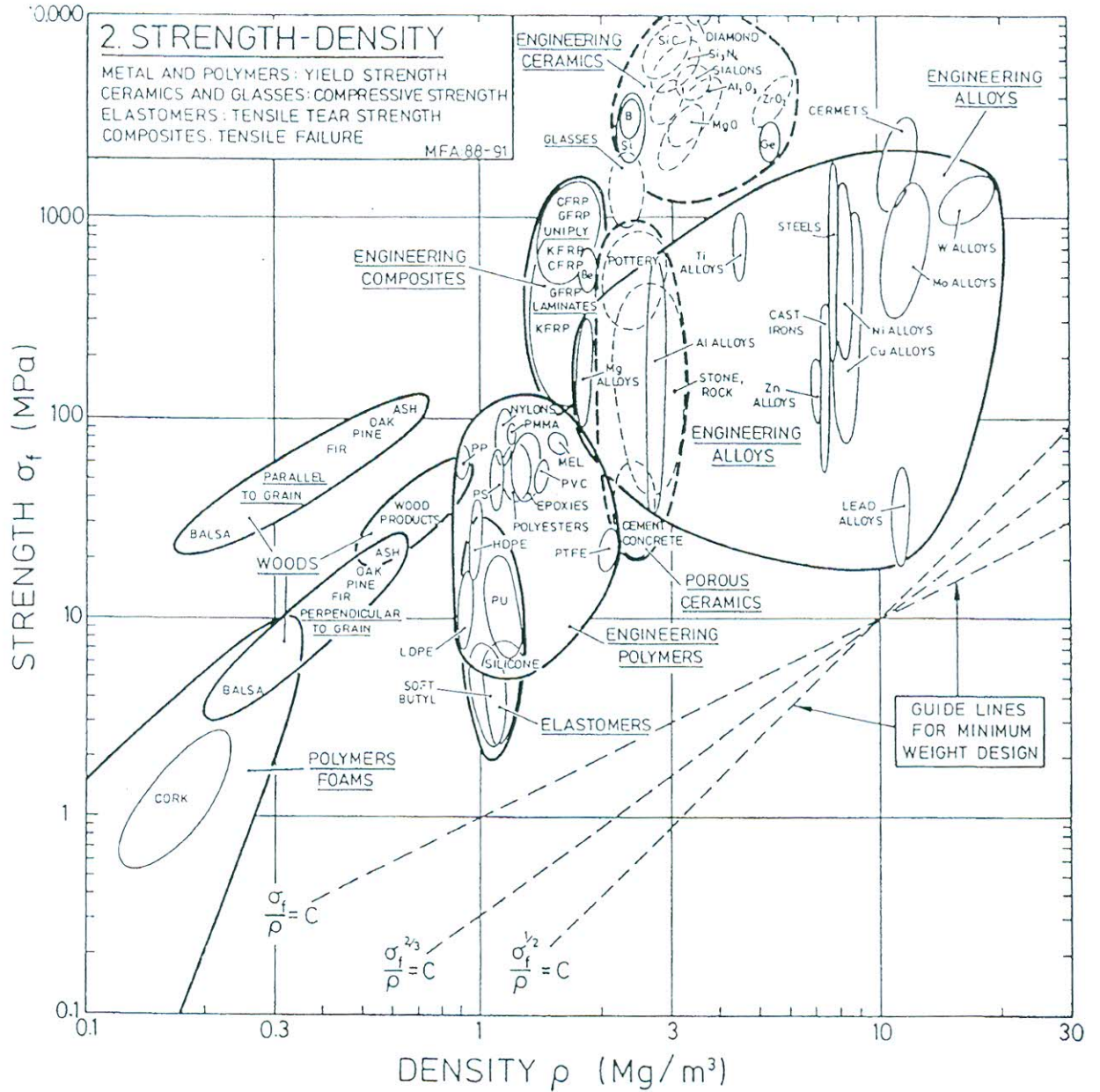
Bingkai kacamata selalunya diperbuat daripada bingkai logam (aluminium atau titanium), bingkai logam dengan selongsong polimer, sepenuhnya diperbuat daripada bahan polimer atau komposit polimer. Bincangkan yang berikut:

- (i) *Keperluan rekabentuk bingkai kacamata*
- (ii) *Bandingkan calon-calon dan perincikan kesesuaian setiap calon*

(40 marks/markah)

APPENDIX 1 (CONTINUE)

LAMPIRAN 1 (SAMBUNGAN)



APPENDIX 2

LAMPIRAN 2

