
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2010/2011

April/May 2011

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

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains TWELVE printed pages and FIVE pages of APPENDIX before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS muka surat beserta LIMA muka surat LAMPIRAN yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

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

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

Instruction: Answer FIVE questions. Answer TWO questions from PART A, TWO questions from PART B and ONE question from any sections. 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 DUA soalan dari BAHAGIAN A, DUA soalan dari BAHAGIAN B dan SATU soalan dari mana-mana bahagian. 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 diguna pakai.]

PART A / BAHAGIAN A

1. [a] The energy cost of one firing cycle of a kiln used for firing ceramic products is considerable. Part is the cost of the energy which is lost via conduction through the kiln wall; it is reduced by choosing a wall with a *low conductivity*, and by *making the wall thicker*. The rest is the cost of the energy used to raise the kiln to its operating temperature; it is reduced by choosing a wall material with a *low heat capacity*, and by *making the wall thinner*.

One is aware that when a kiln is fired, the temperature rises quickly from ambient, where it is held for the firing time t . The energy consumed in the firing time has, as stated above, two contributions. The first is the heat conducted out. Once a steady-state has been reached, the heat loss by conduction, Q_1 , per unit area is given by the first law of heat flow (Figure 1 - see Appendix 1). Over a cycle time t it is:-

$$Q_1 = \lambda (dT/dx) t \quad \dots\dots\dots (1)$$

here λ is the thermal conductivity; the temperature gradient is:-

$$dT/dx = (T - T_o)/w \quad \dots\dots\dots (2)$$

where w is the wall thickness. The second contribution is the heat absorbed by the kiln wall. Per unit area, this is:-

$$Q_2 = c_p \rho w (T - T_o)/2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

where c_p is the specific heat and ρ is the density. The total energy consumed per unit area is the sum of these two.

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

As a guide, you need to minimize Q and rearrange the expressions to incorporate both contributions into one expression of performance index and use Figure 2 (see Appendix 2) to obtain your selection of materials.

Kos tenaga dalam suatu kitaran tanur bagi pembakaran produk seramik adalah amat tinggi. Sebahagian daripada kos tenaga ini adalah tenaga yang hilang menerusi kekonduksian merentasi dinding tanur; ianya dijimatkan dengan memilih bahan dinding yang mempunyai kekonduksian yang rendah dan dengan menjadikan dinding itu tebal. Selebihnya adalah kos tenaga yang diperlukan untuk meningkatkan tanur ke suhu operasi; ianya dijimatkan dengan memilih bahan dinding yang mempunyai muatan haba yang rendah dan menjadikan dinding itu nipis.

Kita sedia maklum apabila tanur dibakar, suhunya meningkat dengan pantas daripada suhu bilik, dan dikekalkan pada suhu panas selama tempoh t . Tenaga yang digunakan sewaktu pembakaran terdiri daripada dua sumbangan seperti dinyatakan di atas. Pertama adalah haba yang disalurkan keluar. Bila keadaan mantap tercapai, haba yang hilang menerusi kekonduksian, Q_1 , bagi setiap unit luas, boleh diungkapkan oleh hukum pertama pengaliran haba (Rajah 1 - lihat Lampiran 1). Sepanjang masa t , nilai ini adalah:-

$$Q_1 = \lambda (dT/dx) t \quad \dots\dots\dots (1)$$

di sini λ adalah kekonduksian terma; cerunan suhu adalah:-

$$dT/dx = (T - T_o)/w \quad \dots\dots\dots (2)$$

di sini w adalah ketebalan dinding. Sumbangan kedua adalah haba yang diserap oleh dinding tanur. Bagi setiap unit luas, ini adalah:-

$$Q_2 = c_p \rho w (T - T_o)/2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

di sini c_p adalah muatan haba dan ρ adalah ketumpatan. Jumlah tenaga yang digunakan bagi setiap unit luas adalah campuran kedua-duanya.

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

Sebagai panduan, anda perlu meminimumkan Q dan menyusun ungkapan untuk mengambilkira kedua-dua sumbangan ke dalam satu ungkapan indeks prestasi dan dengan menggunakan Rajah 2 (lihat Lampiran 2) untuk memilih bahan-bahan yang sesuai.

- (i) Derive a performance index which captures these apparently conflicting design goals.

Terbitkan satu indeks prestasi yang menggabungkan kedua-kedua matlamat reka bentuk yang tampak bertentangan.

- (ii) What are the good choices of materials based on this performance index and comment on the best choice of material for the kiln walls?

Apakah pilihan bahan yang diperolehi berasaskan indeks prestasi dan ulasan mengenai bahan yang terbaik bagi kegunaan sebagai dinding tanur?

(60 marks/markah)

- [b] Discuss the selection of various materials for use as container and packaging materials.

Bincangkan mengenai pemilihan pelbagai bahan bagi tujuan sebagai bahan bekas dan bahan pembungkus.

(40 marks/markah)

2. [a] Small grids of copper (melting point 1360K; hardness = 160 MPa; density = 8.96 Mg/m³) are required to support samples for electron microscopy. The grids are circular disk, 5 mm in diameter and 0.22 mm thick, pierced by a grid of small apertures. Use Figures 3 and 4 (see Appendix 3 and 4) to identify possible process routes.

Grid kuprum yang kecil (takat lebur 1360K; kekerasan 160 MPa; ketumpatan 8.96 Mg/m³) diperlukan untuk menyokong sampel bagi kerja-kerja mikroskopi elektron. Grid ini adalah cakera bulat, 5 mm garis pusat, 0.22 mm tebal dan ditebuk dengan suatu grid bukaan kecil. Sila guna Rajah 3 dan 4 (lihat Lampiran 3 dan 4) untuk mengenalpasti langkah proses yang sesuai.

(60 marks/markah)

- [b] Resin transfer moulding (RTM) is one of the process route to manufacture parts or components. Critically discuss the merits and demerits of the process in terms of the overall picture of the economics of manufacture.

Pengacuanan alih resin (RTM) adalah suatu proses untuk menghasilkan sesuatu bahagian atau komponen. Bincang secara kritis kelebihan dan kekurangan proses tersebut dari segi gambaran menyeluruh kos pembuatan.

(40 marks/markah)

3. [a] Nickel-based super alloys and steels are among the group of metallic materials selected for use as structural materials to resist creep at high temperatures. Evaluate the use of both materials and the circumstances where each will be the most appropriate.

Superaloi berasaskan nikel dan juga keluli adalah antara bahan logam yang terpilih untuk kegunaan sebagai bahan struktur untuk merintang rayapan pada suhu tinggi. Nilai dan ulas kegunaan kedua-dua bahan tersebut dari sudut keadaan bila setiap satu adalah lebih sesuai.

(60 marks/markah)

- [b] The body of an aircraft and a rocket fuel tank are examples of pressure vessels that must be light. The pressure on the wall of a pressure vessel is:

$$\sigma = \frac{pr}{2t} \quad \dots\dots\dots (5)$$

where r is the radius of the vessel and is fixed by the design

t is the thickness of the vessel wall

In order to ensure safety,

$$\sigma \leq \sigma_y/S \quad \dots\dots\dots (6)$$

where S is the safety factor.

List out the following materials of selection obtain from your calculation in descending order of lightness.

Jasad sesuatu kapal angkasa dan tangki minyak roket adalah contoh kebuk tekanan yang mesti ringan. Tekanan pada dinding kebuk tersebut adalah:-

$$\sigma = \frac{pr}{2t} \quad \dots\dots\dots (5)$$

di sini r adalah jejari kebuk dan ianya ditetapkan oleh rekabentuk t adalah ketebalan dinding kebuk

Untuk memastikan keselamatan,

$$\sigma \leq \sigma_y/S \quad \dots\dots\dots (6)$$

di sini S adalah faktor keselamatan

Senaraikan bahan-bahan berikut daripada kiraan anda mengikut turutan semakin berat.

MATERIAL BAHAN	YIELD STRENGTH, σ_y (MN/m²) KEKUATAN ALAH, σ_y (MN/m²)	DENSITY, ρ (Mg/m³) KETUMPATAN, ρ (Mg/m³)
Reinforced concrete <i>Konkrit tetulang</i>	200	2.5
Alloy steel (pressure vessel steel) <i>Keluli aloi (keluli kebuk tekanan)</i>	1000	7.8
Mild steel <i>Keluli lembut</i>	220	7.8
Aluminium alloy <i>Aloi aluminium</i>	400	2.7
Fibreglass <i>Fibreglass</i>	200	1.8
CFRP <i>CFRP</i>	600	1.5

(40 marks/markah)

...7/-

PART B / BAHAGIAN B

4. [a] Solid wood (jati, cengal) based furniture and domestic structure (cabinets, pergolas, fence, etc) are generally being perceived as a symbol of luxury and thus, are more expensive as compared to ones made of polymer materials or fiber board. The same goes for leather furniture.

Perabot dan struktur domestik (kabinet, binaan wakaf, pagar dan sebagainya) berasaskan kayu pejal secara umumnya dilihat sebagai simbol kemewahan dan oleh itu, berharga lebih mahal berbanding dengan yang diperbuat dari bahan polimer atau papan fiber. Begitu juga dengan perabot kulit.

- (i) Can polymer materials being made into luxury furniture and structures, i.e able to provide the same feel of luxury, quality, and strength? **Recommend** how this can be done and include the advantages that polymer materials can give.

Bolehkah bahan polimer dibuat menjadi perabot dan struktur mewah, iaitu berupaya memberikan rasa mewah, kualiti dan kekuatan yang serupa? Cadangkan bagaimana ini boleh dilakukan dan masukkan juga kelebihan yang boleh diberikan oleh bahan polimer.

- (ii) Briefly **explain** the factors involve in selecting materials for domestic structure and furniture.

Terangkan secara ringkas faktor-faktor yang terlibat dalam pemilihan bahan untuk struktur domestik dan perabot.

(60 marks/markah)

- [b] As a member of a brainstorming group, you are asked to **devise** ways of reusing polystyrene foam packaging – usually used to encase TV sets, computers, appliances, and a lot of other things to protect them during transport from one place to another. Use free thinking.

Sebagai seorang ahli dalam satu kumpulan brainstorming, anda diminta untuk mencari cara-cara untuk mengguna semula busa polistirena pembungkusan – biasanya digunakan untuk membalut set TV, computer, barangan kegunaan, dan banyak lagi barangan lain untuk melindungi barangan sewaktu dibawa dari satu tempat ke tempat lain. Gunakan pemikiran yang bebas.

(40 marks/markah)

5. [a] In recent years, green technology has become an issue of great importance in manufacturing. Choose a processing plant that you are familiar with (for example, steel making plant, manufacturer of plastic container, ceramic tiles manufacturing, etc).

Dalam beberapa tahun mutakhir ini, teknologi hijau menjadi satu isu yang sangat penting dalam pembuatan. Pilih satu kilang pemprosesan yang anda ketahui (sebagai contoh, kilang pembuatan keluli, pembuat bekas plastik, pembuatan jubin seramik dan sebagainya).

- (i) **Propose** some ways to make it greener (implementing green technology in processing). Is there any issues or problems that you can **anticipate** in order to do this?

Cadangkan beberapa cara untuk menjadikannya lebih hijau (menggunakan teknologi hijau dalam pemprosesan). Adakah terdapat isu-isu atau masalah yang anda boleh jangkakan dalam melakukan cara ini?

- (ii) OR is it impossible to make an existing processing plant go green? In this case, a new plant needs to be created whereby the technology is greener as compared to the old one.

ATAU adakah ianya mustahil untuk menjadikan kilang pemprosesan sedia ada ke arah hijau? Dalam kes ini, sebuah kilang baru perlu dihasilkan di mana teknologinya lebih hijau berbanding yang lama.

- (iii) **Argue** about both cases and **speculate** which case is better for the processing plant that you have chosen.

Debatkan mengenai kedua-dua kes dan spekulasikan kes yang manakah yang lebih baik untuk kilang yang anda pilih.

Note: You do not have to explore the whole spectrum of operations in the plant, suffice to select some of the operations (or departments) that you are familiar with (from the past experience).

Nota: anda tidak perlu melihat kepada keseluruhan operasi dalam kilang tersebut, memadai memilih beberapa operasi (atau bahagian) yang anda lebih tahu (daripada pengalaman terdahulu).

(60 marks/markah)

- [b] The makers of a small electric car want to make bumpers out of a molded thermoplastic.
- (i) **Assess** the suggestion and predict the success rate.
 - (ii) If you think the suggestion can work (high success rate), **compare** this (small electric car uses thermoplastic) to the other option for diesel or petrol car, i.e car bumpers are made of steel or aluminum.

Pembuat satu kereta elektrik kecil mahu membuat bampernya dari termoplastik teracu.

- (i) *Nilaikan cadangan tersebut dan jangkakan kadar kejayaannya.*
- (ii) *Jika anda merasakan cadangan tersebut boleh digunakan (kadar kejayaan tinggi), bandingkan perkara ini (kereta elektrik kecil menggunakan termoplastik) dengan pilihan satu lagi untuk kereta petrol atau disel, iaitu bampar kereta diperbuat daripada keluli atau aluminium.*

(40 marks/markah)

6. [a] As a junior executive in the sales and marketing department of a car manufacturer, your job is to provide technical information to customers and handle complaints related to driving performance. One customer ask about the new carbon nanotubes (CNT) reinforced composite body panel on the company's newest car that has just been launched. Prepare your answer. Your explanation must include:

Sebagai seorang eksekutif junior di dalam jabatan jualan dan pemasaran sebuah pembuat kereta, tugas anda adalah memberikan maklumat teknikal kepada pelanggan dan menguruskan aduan-aduan berkaitan dengan prestasi pemanduan. Seorang pelanggan bertanyakan mengenai panel badan komposit diperkuat nanotiub karbon (NTK) pada kereta terbaru syarikat yang baru sahaja dilancarkan. Sediakan jawapan anda. Perjelasan anda mestilah termasuk:

- (i) Advantages given by CNT reinforced composite compared to steel or aluminium body panel.

Kelebihan-kelebihan yang diberikan oleh komposit diperkuat NTK berbanding panel badan keluli atau aluminium.

- (ii) What would be the improvement on performance as a result of the above advantages.

Apakah penambahan/baikkan pada prestasi sebagai hasil dari kelebihan-kelebihan di atas.

(50 marks/markah)

- [b] Materials and design are among the related factors in production of product and its performance. In materials selection, we have performance index. In design, some critical properties for the function/application would have to be considered. Elaborate on the relation between them. Appropriate examples would be needed to strengthen your points.

Bahan-bahan dan rekabentuk adalah antara faktor-faktor yang berkait dalam penghasilan produk dan prestasinya. Di dalam pemilihan bahan, kita mempunyai indeks prestasi. Di dalam rekabentuk, beberapa sifat kritikal untuk fungsi/aplikasi perlulah di ambil kira. Jelaskan dengan panjang lebar dan teliti hubungkait di antara keduanya. Contoh-contoh yang sesuai diperlukan untuk menguatkan hujah anda.

(30 marks/markah)

- [c] Cost or the economic aspect also plays a significant role in manufacturing, and sometimes outweigh the performance (sacrificing quality due to cost). Explain briefly the breakdown of cost involved in tiles manufacturing.

Kos atau aspek ekonomi juga memainkan peranan yang penting dalam pembuatan, dan kadangkala melebihi prestasi (pengorbankan kualiti kerana kos). Terangkan dengan ringkas pecahan kos yang terlibat di dalam pembuatan jubin.

(20 marks/markah)

Appendix 1

Lampiran 1

Figure 1

Rajah 1

Appendix 2

Lampiran 2

Figure 2

Rajah 2

Appendix 3

Lampiran 3

Figure 3

Rajah 3

Appendix 4

Lampiran 4

Figure 4

Rajah 4

Appendix 5

Lampiran 5

Figure 5

Rajah 5
