

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2011/2012

Januari 2012

## EBB 443/4 – Technical Ceramics [Seramik Teknikal]

Duration : 3 hours  
[Masa : 3 jam]

---

Please ensure that this examination paper contains TEN printed pages before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEPULUH muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

This paper consists of THREE questions from PART A, TWO questions from PART B and TWO questions from PART C.

*[Kertas soalan ini mengandungi TIGA soalan dari BAHAGIAN A, DUA soalan dari BAHAGIAN B dan DUA soalan dari BAHAGIAN C.]*

**Instruction:** Answer ONE question from PART A, ONE question from PART B, ONE question from PART C and TWO questions from any part. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

**[Arahan:** Jawab SATU soalan dari BAHAGIAN A, SATU soalan dari BAHAGIAN B, SATU soalan dari BAHAGIAN C dan DUA 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.]*

...2/-

**PART A:****BAHAGIAN A:**

1. [a] Figure 1 shows various microstructures of ceramic materials. Distinguish with reasons which sintering process was involved to form each of this microstructure. Based on their respective microstructure and using a proper explanation, suggest the possible application(s) of each this ceramic material.

*Rajah 1 menunjukkan beberapa mikrostruktur bahan seramik. Bezakan dengan alasan, proses pensinteran manakah yang terlibat untuk membentuk setiap mikrostruktur ini. Berdasarkan mikrostruktur masing-masing dan alasan munasabah, cadangkan kegunaan yang mungkin untuk setiap bahan seramik ini.*

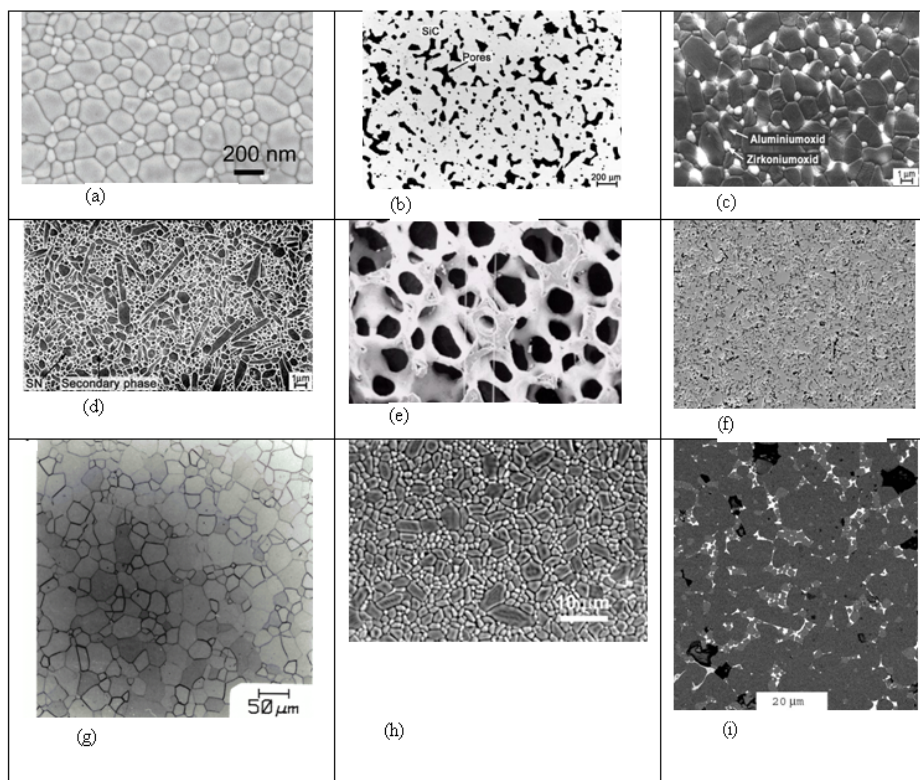


Figure 1: Various microstructures of ceramic materials

*Rajah 1: Pelbagai mikrostruktur bahan seramik*

(60 marks/markah)

...3/-

- [b] From Figure 2, what would be the major differences in properties between Sample A and Sample B? Assuming both samples having almost identical chemical composition, suggest how would you convert microstructure A to microstructure B?

*Dari Rajah 2, apakah perbezaan sifat utama di antara Sampel A dan Sampel B? Andaikata kedua-dua sampel mempunyai komposisi kimia hampir sama, cadangkan bagaimanakah anda menukarkan mikrostruktur A ke mikrostruktur B?*

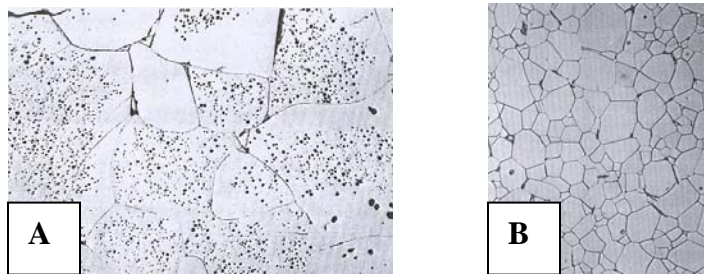


Figure 2: Ceramic microstructures with almost identical chemical composition.

*Rajah 2: Mikrostruktur seramik dengan komposisi kimia yang dikenalpasti*

(40 marks/markah)

2. As shown in Figure 3, various refractory materials are used in construction of a blast furnace. Different parts of the furnace required different types of refractory material. Based on this figure:-

*Rajah 3 menunjukkan pelbagai bahan refraktori digunakan untuk membina sebuah relau bagas. Bahagian berlainan relau memerlukan jenis bahan refraktori yang berlainan. Berdasarkan rajah ini:*

- [a] (i) Name the type of each refractory material used.  
(ii) Discuss their scientific reason(s) why they are the most appropriate refractory materials for such part of the furnace.

- (i) *Namakan setiap jenis refraktori yang digunakan.*  
(ii) *Bincangkan alasan-alasan saintifiknya mengenai mengapakah refraktori berkenaan menjadi bahan yang paling sesuai untuk bahagian relau berkenaan.*

(60 marks/markah)

- [b] Why do blast furnace requires different types of refractory material as compared to the glass melting furnace?

*Mengapakah relau bagas memerlukan pelbagai jenis bahan refraktori berbanding dengan sebuah tangki peleburan kaca?*

(40 marks/markah)

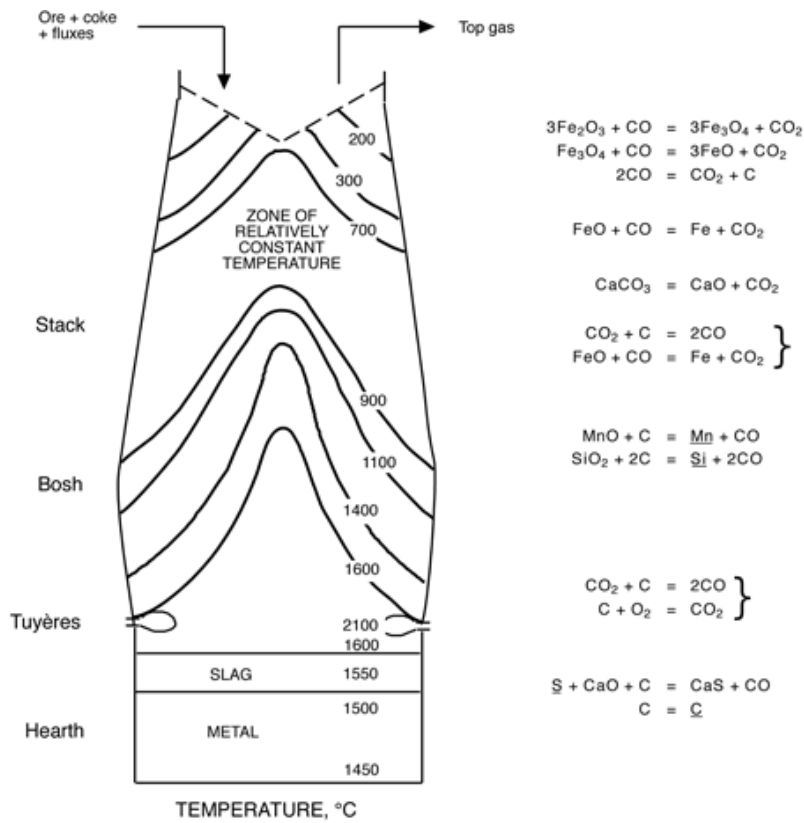


Figure 3: A sketch of blast furnace cross section

Rajah 3: Lakaran keratan rentas bagi relau bagas

3. The objective of your final year research project is to produce  $\text{Si}_3\text{N}_4$  rods with almost zero percent porosity. You have to request from the store all the necessary raw materials (you must specify the most important specifications). You must also identify the most suitable furnace and characterization facilities available in the school. With this very clear objective, explain in detail (valid reasons), step-by-step, on how you will carry out your experimental works?

*Objektif projek penyelidikan tahun akhir anda ialah untuk menghasilkan rod  $\text{Si}_3\text{N}_4$  yang mencapai peratus keliangan hampir sifar. Anda dikehendaki mendapatkan bahan mentah utama dari setor (anda mestilah menentukan spesifikasi terpentingnya). Anda juga mesti mengenalpasti relau yang paling sesuai dan kemudahan pencirian yang ada di pusat pengajian. Berdasarkan objektif yang jelas ini, huraikan dengan lanjut (alasan-alasan munasabah), langkah-demi-langkah, bagaimanakah anda akan melakukan kerja eksperimen anda?*

(100 marks/markah)

**PART B:**

**BAHAGIAN B:**

4. [a] Determine the desired characteristics of powder for advanced ceramics. Briefly explain how this characteristic affects the final product.

*Tentukan ciri-ciri serbuk yang diperlukan bagi seramik maju. Huraikan dengan ringkas bagaimana ciri-ciri ini mempengaruhi hasil akhir.*

(30 marks/markah)

- [b] Explain the mechanisms involve in increasing the toughness of ceramic materials through transformation toughening and 'wake toughening'.

*Huraikan mekanisma-mekanisma yang terlibat dalam meningkatkan ketahanan seramik melalui pengliatan penjelmaan dan 'pengliatan keracak'.*

(40 marks/markah)

- [c] With the help of appropriated schematic diagrams, describe:
- (i) the three point bending test or single edge notch bending test
  - (ii) compact tension test to measure the fracture toughness of the sample.

*Dengan bantuan gambarajah skematik yang sesuai, huraikan:*

- (i) *ujian lenturan tiga titik atau ujian lenturan takuk tepi tunggal*
- (ii) *ujian tegangan mampatan untuk mengukur ketahanan patah sampel.*

(30 marks/markah)

5. There are three general classes of Carbides; Ionic Carbides, Covalent Carbides and Interstitial Carbides.

*Terdapat tiga kelas umum bagi karbida; karbida ionik, karbida kovalen dan karbida celahan.*

- [a] Briefly describe the above classes.

*Huraikan dengan ringkas kelas-kelas di atas.*

(30 marks/markah)

- [b] One of the well-establish covalent carbides is SiC. Differentiate two significant polymorphs of SiC including their processing methods and properties.

*Satu daripada karbida kovalen yang telah dikenali ialah Silikon Karbida (SiC). Bezakan dua polimorf SiC yang nyata termasuk kaedah pemprosesan dan sifat-sifatnya.*

(60 marks/markah)

- [c] Cite one application for each given polymorph in question (b) above.

*Nyatakan satu aplikasi untuk setiap polimorf yang diberikan dalam soalan (b) di atas.*

(10 marks/markah)



**PART C:****BAHAGIAN C:**

6. [a] A parallel plate capacitor consists of metal sheets with area  $1.2 \text{ m}^2$  separated by a calcium titanate sheet with dielectric constant of 2000 and thickness of 0.003 mm. The maximum electric field across the calcium titanate is  $50 \times 10^6 \text{ V/m}$ . Calculate the capacitance, maximum voltage and maximum energy that can be stored.

*Kapasitor plat selari terdiri daripada kepingan logam dengan keluasan  $1.2 \text{ m}^2$  dipisahkan oleh kalsium titanat dengan nilai pemalar dielektrik setinggi 2000 dan ketebalannya adalah 0.003 mm. Nilai medan elektrik maksimum melalui kalsium titanat adalah  $50 \times 10^6 \text{ V/m}$ . Kirakan kapasitans, voltan maksima dan tenaga maksima yang boleh disimpan.*

(50 marks/markah)

- [b] As a material engineer in one large electronic company, you are given a task to design a small size electronic fan that can be used in hand phone cooling system. Suggest which type of electroceramic material to be used and justify your answer.

*Sebagai seorang jurutera bahan di sebuah kilang elektronik yang besar, anda diberi satu tugas untuk merekabentuk kipas elektronik yang bersaiz kecil untuk digunakan dalam sistem penyejukan telefon bimbit. Cadangkan jenis bahan elektroseramik yang akan anda gunakan, dan hujahkan jawapan anda.*

(50 marks/markah)

7. [a] Electroceramic materials can be classified into several groups. Two of them are ferroelectric and optical ceramic materials. Discuss their properties and application by giving one appropriate example for each type.

*Bahan elektroseramik boleh dikelaskan kepada beberapa kumpulan. Dua antaranya adalah bahan seramik ferroelektrik dan optik. Bincangkan sifat-sifat dan kegunaan dengan memberikan satu contoh bagi setiap kumpulan.*

(50 marks/markah)

- [b] How the processing will influenced the characteristics and properties of electroceramic materials? Describe briefly by giving one appropriate example of electroceramic materials.

*Bagaimana sesuatu proses akan mempengaruhi ciri-ciri dan sifat-sifat bahan elektroseramik? Bincangkan secara ringkas dengan memberikan satu contoh bahan elektroseramik yang sesuai.*

(50 marks/markah)