

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2012/2013

January 2013

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

Duration : 3 hours  
[Masa : 3 jam]

---

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

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

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

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

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

**[Arahan:** Jawab LIMA soalan. Jawab **SATU** soalan dari BAHAGIAN A, BAHAGIAN B, 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.]*

**PART A / BAHAGIAN A**

1. [a] Why is it the sintering process, especially solid state sintering, is known as a process which works not only in one direction. Provide appropriate sketches and examples in your answer.

*Mengapakah proses pensinteran, khususnya pensinteran keadaan pepejal, dikenali sebagai suatu proses yang berlaku tidak sahaja dalam satu arah. Berikan lakaran dan contoh yang sesuai dalam jawapan anda.*

(50 marks/markah)

- [b] Describe the importance of sintering variables adjustment to ensure the required properties of the product can be achieved. Provide relevant examples in your answer.

*Huraikan kepentingan pelarasan pembolehubah-pembolehubah pensinteran untuk memastikan sifat-sifat produk yang dikehendaki dapat dicapai. Berikan contoh-contoh yang relevan pada jawapan anda.*

(50 marks/markah)

2. [a] Why must the refractoriness of the ceramic refractories be measured using the Pyrometric Cone Equivalent (PCE) scale? Explain in detail how the PCE measurement is carried out.

*Mengapakah kerefraktorian bahan refraktori seramik diukur menggunakan skala Kon Pirometrik Setara (KPS)? Huraikan secara terperinci bagaimanakah pengukuran KPS dilakukan.*

(40 marks/markah)

- [b] How can newly developed ceramic refractory materials able to replace the conventional refractory materials such as firebricks? Provide the reasons in your answer.

*Bagaimanakah bahan-bahan refraktori seramik maju boleh menggantikan bahan-bahan refraktori konvensional seperti tanah liat bakar? Berikan alasan-alasan teknikal dan saintifik dalam jawapan anda.*

(60 marks/markah)

3. [a] How can liquid phase sintering enhance the electrical properties of some of the electroceramic materials, e.g. for varistor and thermistor applications?

*Bagaimanakah proses pensinteran fasa cecair dapat meningkatkan sifat-sifat elektrik sebahagian dari bahan-bahan elektroseramik seperti untuk kegunaan varistor dan termistor?*

(50 marks/markah)

- [b] How do you select the most suitable material or compound to be used as the liquid phase component for liquid phase sintering process. Elaborate your answer with appropriate examples.

*Bagaimanakah anda memilih bahan atau sebatian yang sesuai yang akan digunakan sebagai komponen fasa cecair untuk sebarang proses pensinteran fasa cecair. Jelaskan jawapan anda menggunakan contoh yang sesuai.*

(50 marks/markah)

**PART B / BAHAGIAN B**

4. [a] There are two main categories of ceramic materials; conventional and advanced ceramic. By using examples, differentiate the production method, properties and application of each category.

*Terdapat dua kategori utama bahan seramik; seramik konvensional dan seramik maju. Gunakan contoh, bezakan kaedah penghasilan, sifat-sifat dan aplikasinya bagi setiap kategori.*

(60 marks/markah)

- [b] Discuss approaches to measure fracture toughness for ceramics materials, by giving an example and appropriate diagram.

*Bincangkan kaedah untuk mengukur ketahanan patah bahan seramik dengan memberikan contoh dan rajah yang sesuai.*

(40 marks/markah)

5. Pure Zirconia ( $Zr_2O$ ) is not suitable to be used in mechanical and engineering applications due to certain phenomena occurs during temperature change. However, this phenomena becomes an advantage which leads to one of the concepts to increase mechanical properties of the ceramic materials. Discuss in detail this phenomena and concept using an appropriate diagram.

*Bahan zirkonia tulen ( $Zr_2O$ ) tidak sesuai digunakan untuk aplikasi mekanikal dan kejuruteraan disebabkan oleh fenomena yang berlaku semasa perubahan suhu. Walaubagaimanapun, fenomena tersebut telah menjadi satu kelebihan yang membawa kepada penghasilan satu konsep untuk meningkatkan ketahanan patah bahan seramik. Bincang secara mendalam fenomena dan konsep tersebut menggunakan rajah yang sesuai.*

(100 marks/markah)

**PART C / BAHAGIAN C**

6. [a] A parallel plate capacitor consists of metal sheets with an area of  $1.35 \text{ m}^2$  and are separated by calcium titanate sheets with dielectric constant of 2800 and thickness of 0.002 mm. The maximum electric field across the calcium titanate is  $60 \times 10^6 \text{ V/m}$ . Calculate the capacitance, maximum voltage and maximum energy that can be stored in the capacitor.

*Kapasitor plat selari terdiri daripada kepingan logam dengan keluasan  $1.35 \text{ m}^2$  dan dipisahkan oleh kalsium titanat dengan nilai pemalar dielektrik adalah 2800 dan ketebalannya adalah 0.002 mm. Nilai medan elektrik maksimum melalui kalsium titanat adalah  $60 \times 10^6 \text{ V/m}$ . Kirakan kapasitan, voltan maksima dan tenaga maksima yang boleh disimpan dalam kapasitan.*

(40 marks/markah)

- [b] Discuss the difference between piezoelectric and pyroelectric properties? Explain the origin of dipole moment in piezoelectric ceramic materials.

*Apakah perbezaan di antara sifat pizoelektrik dan piroelektrik? Terangkan asal kewujudan momen dwikutub dalam bahan seramik pizoelektrik.*

(60 marks/markah)

7. [a] Electroceramic materials can be classified into several groups. Two of them are superconductor and insulator ceramic materials. Discuss their properties and applications by giving an appropriate example for each type.

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

(50 marks/markah)

- [b] With the aid of illustrations, explain the mechanism of the poling process in ferroelectric ceramic materials.

*Dengan menggunakan ilustrasi, terangkan mekanisma proses pengutuban dalam bahan seramik ferroelektrik.*

(50 marks/markah)