

SULIT



Second Semester Examination
2024/2025 Academic Session

July/August 2025

EBB 222/3 – Ceramic Materials And Processing
[Bahan Seramik dan Pemprosesan]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains NINE (9) printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEMBILAN (9) muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

Instructions : Answer **FIVE (5)** questions. **Part A is COMPULSORY**. Answer **TWO (2)** questions from PART B. All questions carry the same marks.

[Arahan : Jawab **LIMA (5)** soalan. **Bahagian A WAJIB dijawab**. Jawab **DUA (2)** soalan dari BAHAGIAN B. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

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

Should any candidate be caught cheating or in possession of materials not authorised to be brought into the Examination Hall during the examination, appropriate disciplinary action will be taken against the candidate concerned. In the event a candidate is found guilty of cheating, he/she can be expelled from the University.

[Sekiranya seseorang calon didapati meniru/menipu ataupun mempunyai bahan-bahan yang tidak dibenarkan dibawa ke dalam Dewan Peperiksaan semasa peperiksaan diadakan, tindakan disiplin yang sewajarnya akan dikenakan terhadap calon berkenaan. Jika seseorang calon didapati bersalah meniru/menipu beliau boleh disingkir dari Universiti.]

...2/-

SULIT

PART A / BAHAGIAN A

- (1). Ceramics are inorganic, non-metallic materials made by shaping and firing a mixture raw materials at high temperatures. They are generally classified into two main categories; traditional ceramics (clay-based) and advanced ceramics. These materials are widely used, ranging from common household products to complex components in high-tech engineering applications.

Seramik ialah bahan bukan organik, bukan logam yang dihasilkan dengan membentuk dan membakar campuran bahan-bahan mentah pada suhu tinggi. Secara umumnya ia dikelaskan kepada dua kategori utama; seramik tradisional (berasaskan tanah liat) dan seramik termaju. Bahan-bahan ini digunakan secara meluas, daripada produk isi rumah yang biasa kepada komponen kompleks dalam aplikasi kejuruteraan berteknologi tinggi.

- (i). Briefly explain the significant properties of ceramics and the science behind them.

Terangkan secara ringkas sifat-sifat penting seramik dan sains disebaliknya.

(6 marks/markah)

- (ii). Determine the major differences between traditional and advanced ceramics in terms of raw materials and properties. Use an appropriate example to defend your answer.

Tentukan perbezaan utama antara seramik tradisional dan seramik termaju dari segi bahan mentah serta sifat-sifatnya. Gunakan contoh yang sesuai untuk mempertahankan jawapan anda.

(6 marks/markah)

- (iii). Identify six (6) characteristics of ceramic raw materials, their desired properties, and explain the influences of these characteristics on the quality and performance of the final ceramic product.

Kenalpasti enam (6) ciri-ciri bahan mentah seramik, sifat-sifat yang dikehendaki dan terangkan pengaruh ciri-ciri ini ke atas kualiti dan prestasi produk akhir seramik.

(8 marks/markah)

- (2). Silicon carbide is a non-oxide ceramic, known for its remarkable properties such as high hardness, excellent thermal conductivity, and resistance to wear and corrosion. These properties make it highly useful in a variety of industrial applications.

Silikon karbida ialah seramik bukan oksida, yang terkenal dengan sifatnya yang luar biasa seperti kekerasan yang tinggi, kekonduksian terma yang sangat baik, dan ketahanan terhadap haus dan kakisan. Sifat-sifat ini menjadikannya sangat berguna dalam pelbagai aplikasi perindustrian.

- (i). Describe two significant polymorphs of SiC including their properties and applications.

Terangkan dua polimorf penting bagi SiC termasuk sifat dan aplikasinya.

(6 marks/markah)

- (ii). Explain and illustrate the process to produce SiC through Acheson Method
Gambarkan dan terangkan proses untuk menghasilkan SiC melalui Kaedah Acheson

(6 marks/markah)

- (iii). Explain another two (2) methods to produce SiC including their advantages and disadvantages.

Terangkan dua (2) kaedah lain untuk menghasilkan SiC termasuk kelebihan dan kekurangannya.

(8 marks/markah)

- (3). Sintering is a critical step in the processing of ceramic materials, significantly influencing their microstructure and final properties.

Pensinteran ialah langkah kritikal dalam pemprosesan bahan seramik, dengan ketara mempengaruhi mikrostruktur dan sifat akhirnya dengan ketara.

- (i). Explain the role of sintering temperature and holding time in the densification process of ceramic materials.

Terangkan peranan suhu pensinteran dan masa penahanan dalam proses penumpatan bahan seramik.

(6 marks/markah)

- (ii). You are given a ceramic powder with a known particle size distribution. Describe the steps and select appropriate sintering parameters (e.g., temperature, time, atmosphere) to achieve a dense ceramic body. Justify your choices based on material behaviour during sintering.

Anda diberi serbuk seramik dengan taburan saiz zarah yang diketahui. Terangkan langkah-langkah dan pilih parameter pensinteran yang sesuai (cth., suhu, masa, atmosfera) untuk mencapai jasad seramik yang padat. Wajarkan pilihan anda berdasarkan tingkah laku bahan semasa pensinteran.

(6 marks/markah)

...5/-

- (iii). Discuss the key material characteristics that influence the sintering behaviour of ceramic powders. Analyse how factors such as particle size, crystal structure, chemical composition, and presence of additives affect the densification, grain growth, and final microstructure. Support your answer with relevant examples.

Bincangkan ciri bahan utama yang mempengaruhi tingkah laku pensinteran serbuk seramik. Analisis bagaimana faktor seperti saiz zarah, struktur hablur, komposisi kimia, dan kehadiran bahan tambahan mempengaruhi penumpatan, tumbesaran ira dan struktur mikro akhir. Sokong jawapan anda dengan contoh yang relevan.

(8 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

- (4). You are a materials engineer working with a company aiming to produce eco-friendly cement for a major infrastructure project. The project requires durable concrete suited for various environmental conditions, and the client is keen on using industrial by-products to reduce environmental impact.

Anda seorang jurutera bahan yang bekerja dengan syarikat yang bertujuan untuk menghasilkan simen mesra alam bagi projek infrastruktur yang utama. Projek ini memerlukan konkrit tahan lama yang sesuai untuk pelbagai keadaan persekitaran, dan pelanggan berminat untuk menggunakan produk sampingan industri untuk mengurangkan kesan alam sekitar.

As part of the team:

Sebagai sebahagian daripada pasukan:

- (i). Recommend four (4) industrial by-products that can be used in cement manufacturing. Explain how each improves sustainability.

Syorkan empat (4) produk sampingan industri yang boleh digunakan dalam pembuatan simen. Terangkan bagaimana ianya boleh meningkatkan kelestarian.

(6 marks/markah)

- (ii). The project includes structures exposed to sulphate-rich soils, high heat, and general building needs. Based on this, classify the five (5) ASTM types of Portland cement and suggest which type would be most suitable in the project.

...7/-

Projek ini melibatkan struktur yang terdedah kepada tanah yang kaya dengan sulfat, haba yang tinggi, dan keperluan bangunan am. Berdasarkan ini, kelaskan lima (5) jenis ASTM simen Portland dan cadangkan jenis yang paling sesuai dalam projek.

(8 marks/markah)

- (iii). Demonstrate a flowchart to compare the manufacturing methods used to produce Ordinary Portland Cement (OPC).

Tunjukkan carta alir untuk membandingkan proses pembuatan Simen Portland Biasa (OPC)

(6 marks/markah)

- (5). Solid-state sintering is a fundamental process in ceramic materials engineering, where powdered materials are compacted and heated to promote densification and bonding without the presence of a liquid phase.

Pensinteran keadaan pepejal ialah proses asas dalam kejuruteraan bahan seramik, di mana bahan serbuk dipadatkan dan dipanaskan untuk menggalakkan penumpatan dan ikatan tanpa kehadiran fasa cecair.

- (i). Explain the key stages of solid-state sintering and describe the dominant mass transport mechanisms involved in each stage.

Terangkan peringkat utama pensinteran keadaan pepejal dan huraikan mekanisma pengangkutan jisim dominan yang terlibat dalam setiap peringkat.

(6 marks/markah)

- (ii). You are tasked to design a sintering process for a ceramic component made from submicron alumina powder. Propose suitable sintering parameters (temperature, time, heating rate) for solid-state sintering and justify your choices based on the material behaviour and desired properties.

Anda ditugaskan untuk mereka bentuk proses pensinteran untuk komponen seramik yang diperbuat daripada serbuk alumina submikron. Cadangkan parameter pensinteran yang sesuai (suhu, masa, kadar pemanasan) untuk pensinteran keadaan pepejal dan wajarkan pilihan anda berdasarkan tingkah laku bahan dan sifat yang diinginkan.

(8 marks/markah)

- (iii). Compare solid-state sintering with liquid-phase sintering in terms of densification behaviour, microstructure development, and typical applications.

Bandingkan pensinteran keadaan pepejal dengan pensinteran fasa cecair dari segi tingkah laku penumpatan, pembangunan mikrostruktur dan aplikasi biasa.

(6 marks/markah)

- (6). The quality of ceramic products is highly dependent on the fabrication methods used throughout processing. Parameters such as raw material characteristics, forming techniques, binder systems, and sintering conditions must be carefully selected and controlled to ensure the final product meets the required mechanical, structural, and aesthetic properties.

Kualiti produk seramik sangat bergantung kepada kaedah fabrikasi yang digunakan sepanjang pemprosesan. Parameter seperti ciri bahan mentah, teknik pembentukan, sistem pengikat, dan keadaan pensinteran mesti dipilih dan dikawal dengan teliti untuk memastikan produk akhir memenuhi sifat mekanik, struktur dan estetik yang diperlukan.

...9/-

- (i). Explain the key factors in ceramic fabrication methods that influence the quality of the final ceramic product.

Terangkan faktor utama dalam kaedah fabrikasi seramik yang mempengaruhi kualiti produk akhir seramik.

(6 marks/markah)

- (ii). You are producing dense and crack-free ceramic tiles using powder compaction and sintering. Identify suitable fabrication parameters and processing steps to optimize product quality, and justify your selections.

Anda menghasilkan jubin seramik padat dan bebas retak menggunakan pemadatan serbuk dan pensinteran. Kenal pasti parameter fabrikasi yang sesuai dan langkah pemprosesan untuk mengoptimumkan kualiti produk, dan mewajarkan pilihan anda.

(6 marks/markah)

- (iii). Compare TWO (2) ceramic forming techniques (e.g., slip casting vs. isostatic pressing) in terms of their influence on product uniformity, defect formation, and scalability. Analyze how the choice of forming method can impact the mechanical and aesthetic quality of the final ceramic product.

Bandingkan DUA (2) teknik pembentukan seramik (cth., tuangan slip vs. tekanan isostatik) dari segi pengaruhnya terhadap keseragaman produk, pembentukan kecacatan dan kebolehskalaan. Analisis bagaimana pilihan kaedah pembentukan boleh memberi kesan kepada kualiti mekanik dan estetik produk akhir seramik.

(8 marks/markah)