

PART A / BAHAGIAN A

- (1). As brittle materials, the mechanical properties of ceramic differ from ductile materials.

Sebagai bahan yang rapuh, sifat-sifat mekanikal seramik adalah berbeza berbanding bahan mulur.

- (i). Explain the theory of strength for ceramic materials.
Terangkan teori kekuatan bagi bahan seramik.

(20 marks/markah)

- (ii). Discuss the Griffith's Criterion and "Weakest Link Assumption" developed by Wallodi Weibull.

Bincangkan "Griffith's Criterion" dan "Weakest Link Assumption" yang telah dibangunakn oleh Wallodi Weibul.

(40 marks/markah)

- (iii). With the help of appropriated schematic, describe the flexure test for strength of ceramic materials. Clearly differentiate between three and four point bend test.

Dengan bantuan skematik, huraikan ujian lenturan untuk mengesan kekuatan bahan seramik. Bezakan dengan jelas antara ujian lentur tiga titik dan 4 titik.

(40 Marks/markah)

...3/-

- (2). (a). The success of every ceramic product is significantly influenced by the properties of raw materials used in powder form. Briefly discuss six (6) powder characteristics and their desired properties.

Kejayaan setiap hasilan seramik sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat bahan mentah yang digunakan dalam bentuk serbuk. Bincangkan secara ringkas enam (6) ciri-ciri serbuk dan sifat-sifat yang diperlukan.

(30 marks/markah)

- (b). Draw a diagram of two or three powdered particles sintered via solid-state sintering process. Use the diagram to discuss and indicate the movement of the material during sintering; differentiating between the two primary transport mechanism. State the suitable transport mechanism that is most relevant for making a dense alumina.

Lakarkan gambarajah untuk dua atau tiga partikel serbuk yang disinter secara pensinteran keadaan pepejal. Gunakan rajah tersebut untuk perbincangan dan menunjukkan pergerakan bahan ketika pensinteran; bezakan di antara dua mekanisme-mekanisme pengangkutan utama. Nyatakan mekanisma pengangkutan yang paling utama untuk menghasilkan alumina tumpat.

(40 marks/markah)

- (c). With the aid of relevant sketches, explain the various techniques used to inhibit grain growth during sintering.

Dengan bantuan lakaran yang berkaitan terangkan pelbagai teknik yang digunakan untuk menghalang pertumbuhan butir semasa pensiteran.

(30 marks/markah)

...4/-

- (3). (a). Choose ONE ceramic material with metal-like conductivity. Argue why the chosen material has metal-like conductivity.

Pilih satu bahan seramik dengan sifat seperti kekonduksian logam. Debatkan mengapa bahan yang dipilih mempunyai kekonduksian seperti logam.

(20 marks/markah)

- (b). Conduction mechanism in ceramic materials are influenced by movement of charged particles. Briefly describe conduction mechanism in the following electronic materials:

Mekanisma pengaliran bahan seramik dipengaruhi oleh pergerakan zarah yang dikenakan. Terangkan secara ringkas mekanisma kekonduksian di dalam bahan elektronik berikut:

(i). Semiconductor
Semikonduktor

(ii). Ionic conductors
konduktor ionik

(iii). Superconductors
Superkonduktor

(30 marks/markah)

- (c). Doping in ceramics are important in improving certain properties. By giving an appropriate example, discuss the importance of doping and its advantages.

Pendopan dalam seramik adalah penting untuk meningkatkan sifat tertentu. Dengan memberikan contoh yang bersesuaian, bincangkan kepentingan pendopan dan kelebihannya.

(30 marks/markah)

...5/-

- (d). Ceramics materials have been used as high temperature heating elements. Name TWO ceramic materials and explain main requirements of the materials for high temperature heating elements.

Bahan seramik digunakan sebagai elemen pemanasan suhu tinggi. Namakan DUA bahan seramik dan terangkan keperluan utama bahan tersebut untuk elemen pemanasan suhu tinggi.

(20 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

- (4). (a). Zirconia (Zr_2O) is an oxide ceramics that offers excellent properties. However pure Zr_2O is not suitable to be use in mechanical and engineering application due to certain phenomena occurs during temperature change. However, the phenomena contributes to one of toughening mechanisms. Discuss the phenomena and toughening mechanism involved.

Zirkonia (Zr_2O) adalah salah satu seramik oksida yang menawarkan sifat-sifat yang sangat baik. Namun bahan Zr_2O tulen tidak sesuai digunakan dalam aplikasi mekanikal dan kejuruteraan disebabkan satu fenomena yang berlaku semasa perubahan suhu. Namun fenomena yang wujud tersebut telah menyumbang kepada salah satu mekanisma penglihatan bahan. Bincangkan fenomena tersebut dan mekanisma penglihatan yang terlibat.

(40 marks/markah)

- (b). Apart from toughening mechanism produced through the phenomenon as described in (a), there are other toughening mechanisms which are:

Selain dari mekanisma penglihatan yang disebut di dalam (a), terdapat mekanisma penglihatan lain iaitu:

- (i). Micro-crack toughening
Penglihatan retakan mikro
- (ii). Wake toughening
Penglihatan keracak

Using an appropriate diagram, describe the mechanisms (i) and (ii).
Menggunakan gambarajah yang bersesuaian, huraikan mekanisma (i) dan (ii) tersebut.

(40 marks/markah)

...7/-

- (c). Instead of using various toughening mechanism, the toughness of ceramic materials could be increase through ceramic matrix composite (CMC) approach. However, the development of CMC has lagged behind metal matrix composite (MMC) and polymer matrix composite (PMC). Justify the reason.

Di samping menggunakan pelbagai mekanisma pengliatan, ketahanan bahan seramik juga boleh ditingkatkan melalui pendekatan komposit matriks seramik (KMS). Namun, pembangunan KMS adalah terkebelakang berbanding komposit matriks logam (KML) dan komposit matriks polimer (KMP). Kenalpasti alasannya.

(20 marks/markah)

- (5). (a). Explain three (3) general classes of Carbides i.e., Ionic Carbides, Covalent Carbides and Interstitial Carbides. Among them which type is significant for engineering application. Justify your answer

Terangkan tiga (3) kelas umum bagi karbida iaitu Karbida ionik, Karbida Kovalen dan Karbida Celahan. Antara mereka, jenis manakah yang utama bagi aplikasi kejuruteraan. Jelaskan jawapan anda.

(30 marks/markah)

- (b). Silicon Nitride (S_3N_4) is one of the significant non-oxide ceramics which show remarkable properties for various applications. Reaction Bonded Silicon Nitride (RBSN) and Hot Pressed Silicon Nitride (HPSN) are among the types of S_3N_4 which were named due to processing involved in their production. For both types;

Silikon Nitrida (S_3N_4) adalah antara seramik bukan-oksida yang mempunyai sifat-sifat yang menarik untuk pelbagai aplikasi. 'Reaction Bonded Silicon Nitride (RBSN)' dan "Hot Pressed Silicon Nitride (HPSN)" telah dinamakan berdasarkan pemprosesan yang terlibat dalam penghasilannya. Untuk kedua-dua jenis;

...8/-

- (i). Discuss the production process
Bincangkan proses penghasilan

- (ii). Cite their properties
Berikan sifat-sifatnya

- (iii). Explain advantages and disadvantages
Terangkan kelebihan dan kekurangannya

(70 marks/markah)

- (6). (a). State the various classifications of refractory materials. With an appropriate example, discuss the refractory materials based on composition. Discuss the general properties and applications of refractory materials in steel making industry.

Nyatakan pelbagai kaedah klasifikasi bahan refraktori. Dengan contoh yang sesuai, nyatakan klasifikasi bahan refraktori berdasarkan komposisi. Bincangkan sifat-sifat umum dan aplikasi bahan refraktori di dalam industry pembuatan keluli.

(30 marks/markah)

- (b). Although it is desirable to produce a zero porosity ceramic products, however it is impossible to achieve this when the ceramic products are sintered via solid state sintering. Give justification why it is impossible.

Walaupun adalah dikehendaki untuk menghasilkan produk seramik sifar keliangan, namun ini adalah mustahil untuk dicapai apabila produk seramin disinter melalui pensiteran keadaan pepejal. Berikan justifikasi mengapa ini mustahil.

(30 marks/markah)

...9/-

- (c). Illustrate the microstructural changes in each stage in solid state sintering and liquid phase sintering. With the aid of the illustrations, highlight the differences between the two sintering techniques.

Gambarkan perubahan mikrostruktur pada setiap peringkat pensinteran fasa pepejal dan fasa cecair. Dengan bantuan gambaran tersebut, jelaskan perbezaan di antara kedua teknik pensinteran.

(40 marks/markah)

- (7). (a) Solid oxide fuel cell (SOFC) is an electrochemical conversion device that produces electricity directly from oxidizing a fuel. Choose an example of the suitable material and provide an appropriate diagram to explain how SOFC works.

Bahan bakar oksida pepejal (SOFC) adalah peranti penukaran elektrokimia yang menghasilkan elektrik secara langsung daripada pengoksidaan bahan bakar. Pilih contoh bahan yang sesuai dan sediakan gambarajah yang sesuai untuk menjelaskan bagaimana SOFC berfungsi.

(40 marks/markah)

- (b). Explain an application of ceramic materials in chemical sensors by giving a suitable example of the ceramic compound and chemical that the sensor detect.

Jelaskan kegunaan bahan seramik dalam sensor kimia dengan memberikan contoh yang sesuai bagi sebatian seramik dan bahan kimia yang dikesan.

(30 /marks/markah)

- (c). Ceramic materials have been used in superconducting wires. Justify why ceramic materials have been chosen in superconducting wires.

Bahan seramik telah digunakan dalam wayar superkonduktor. Jelaskan mengapa bahan seramik telah dipilih dalam wayar superconductor.

(30 marks/markah)

-oooOooo-

