

SULIT



First Semester Examination
2024/2025 Academic Session

February 2025

EBB343 – Engineering Materials Characterization
[Pencirian Bahan Kejuruteraan]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this examination paper consists of TWELVE (12) pages of printed material before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS (12) 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].

...2/-

SULIT

PART A / BAHAGIAN A

- (1) Arsenic, cadmium, chromium, copper, nickel, lead, and mercury are among the most common heavy metals that can contaminate the environment. Mercury, lead, and cadmium are particularly concerning due to their capacity to travel long distances through the atmosphere. As a research engineer, you are asked to investigate seriousness of waste water leaching in industrial area due to flooding. Answer the following questions:

Arsenik, kadmium, kromium, tembaga, nikel, plumbum dan merkuri adalah antara logam berat yang paling biasa yang boleh mencemarkan alam sekitar. Merkuri, plumbum dan kadmium amat membimbangkan kerana keupayaan mereka untuk melakukan perjalanan jauh melalui atmosfera. Sebagai jurutera penyelidik, anda diminta untuk menyiasat keseriusan larut lesap air sisa di kawasan perindustrian akibat banjir. Jawab soalan berikut:

- (a). You are going to prepare samples for atomic spectroscopy. Explain samples preparation approaches separately for atomic spectroscopy analysis should the samples you collected are soil, surface water and sediment.

Anda akan menyediakan sampel untuk spektroskopi atom. Terangkan pendekatan penyediaan sampel secara berasingan untuk analisis spektroskopi atom sekiranya sampel yang anda kumpulkan adalah tanah, air permukaan dan sedimen.

(6 marks/markah)

- (b). Compare methods that are available to determine quantitatively the amount of heavy metal ions in the samples.

Bandingkan kaedah yang tersedia untuk menentukan secara kuantitatif jumlah ion logam berat dalam sampel.

(7 marks/markah)

...3/-

SULIT

- (c). Based on your answer in (b), with the help of an appropriate diagram, explain working principle of the best equipment to determine concentration of heavy metal ions in your samples.

Berdasarkan jawapan anda di (b), dengan bantuan gambar rajah yang sesuai, terangkan prinsip kerja peralatan terbaik untuk menentukan kepekatan ion logam berat dalam sampel anda.

(7 marks/markah)

- (2). (a). Label each part of the compound light microscope shown in Figure 1. State the function of part 1, 2, 4, 5, 8,10, and 11.

Labelkan setiap bahagian mikroskop cahaya kompaun yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Nyatakan fungsi bahagian 1, 2, 4, 5, 8,10, and 11.

(7 marks/markah)

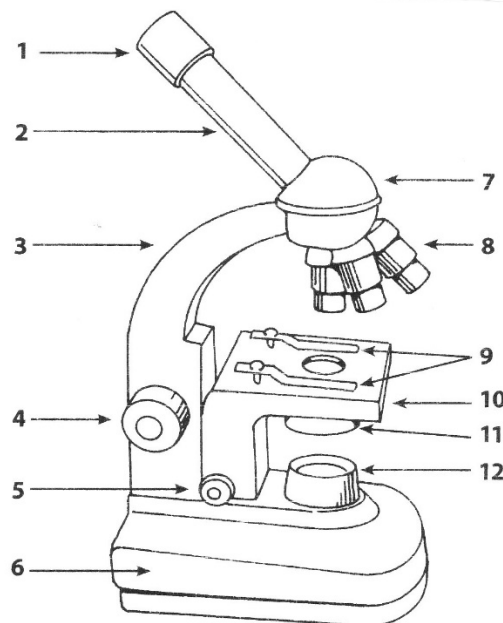


Figure 1: Compound light microscope

Rajah 1: Mikroskop cahaya kompaun

- (b). Arrange the following structures of the compound light microscope in the order that light passes through them on the way to the observer's eyes: (1) condenser, (2) ocular lens, (3) illuminator, (4) specimen, (5) objective lens.

Susun struktur mikroskop cahaya kompaun berikut dalam susunan dimana cahaya melalui perjalanannya ke mata pemerhati: (1) kondenser, (2) kanta okular, (3) pengiluminasi, (4) spesimen, (5) kanta objektif.

(3 marks/markah)

- (c). Zinc oxide (ZnO) nanotubes are produced by reacting ZnO powder in a solution containing a high concentration of potassium hydroxide (KOH) using a hydrothermal process at 200°C for 8 hours. The ZnO nanotube specimen image from this process is displayed in Figure 2. Specify the best instrument to capture the image in Figure 2 and, with appropriate diagrams, describe how this instrument allows visualization of the specimen.

Tiub-nano zink oksida (ZnO) dihasilkan dengan bertindak balas serbuk ZnO dalam larutan yang mengandungi kalium hidroksida (KOH) yang berkepekatan tinggi melalui proses hidroterma pada 200°C selama 8 jam. Imej spesimen tiub-nano ZnO daripada proses ini dipaparkan dalam Rajah 2. Namakan instrumen terbaik untuk mendapatkan imej dalam Rajah 2 dan dengan gambarajah yang sesuai, terangkan bagaimana instrumen ini membolehkan visualisasi spesimen.

(10 marks/markah)

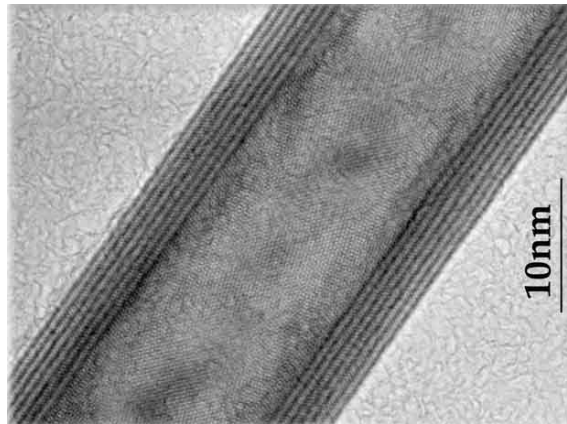


Figure 2: Image showing the morphology of zinc dioxide nanotube obtained via hydrothermal method

Rajah 2: Imej yang menunjukkan morfologi tiub nano zink dioksida diperolehi melalui kaedah hidroterma

- (3). (a). Interpret the Energy Dispersive X-ray Fluorescence (EDXRF) spectra shown in Figure 3. Discuss the significance of the observed Mn K-line intensities.

Tafsirkan kajian spektrum Pendarfluor X-ray Penyebaran Tenaga (EDXRF) yang ditunjukkan dalam Rajah 3. Bincangkan kepentingan keamatan garisan pada Mn K.

(10 marks/markah)

- (b). In the study, EDXRF could not detect the characteristic radiation of Nb in $\text{Mn}_3\text{O}_4/(x)\text{Nb}_2\text{O}_5$ thin films. Critically evaluate the possible reasons for this limitation and suggest strategies to improve the detection of Nb in such systems.

Dalam kajian itu, EDXRF tidak dapat mengesan sinaran ciri Nb dalam filem nipis $\text{Mn}_3\text{O}_4/(x)\text{Nb}_2\text{O}_5$. Nilaiikan secara kritis sebab-sebab yang mungkin untuk had ini dan cadangkan strategi untuk meningkatkan pengesanan Nb dalam sistem sedemikian.

(10 marks/markah)

...6/-

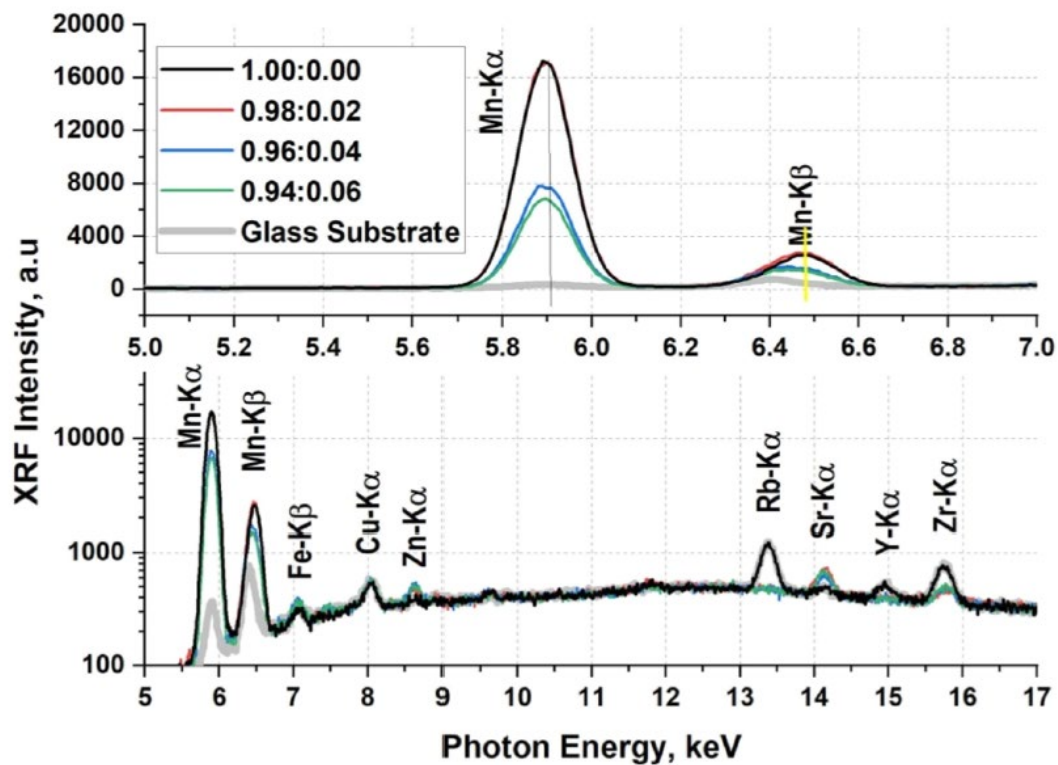


Figure. 3. The EDXRF spectra of the $\text{Mn}_3\text{O}_4/(x)\text{Nb}_2\text{O}_5$ thin films at different weight percent Nb_2O_3 starting from 0 % to 6 %, as well as the empty glass substrate.

Rajah 3. Spektrum EDXRF bagi filem nipis $\text{Mn}_3\text{O}_4/(x)\text{Nb}_2\text{O}_5$ pada peratus berat yang berbeza Nb_2O_3 bermula dari 0% hingga 6%, serta substrat kaca kosong.

PART B / BAHAGIAN B

- (4). Cuprous oxide (Cu_2O) and silver nanoparticles embedded in polyurethane are known as polymer composites with antimicrobial properties. After fabrication of this composite, you need to investigate its thermal properties. Answer the following questions:

Kuprum oksida (Cu_2O) dan zarah nano perak yang tertanam dalam poliuretana dikenali sebagai komposit polimer dengan sifat antimikrob. Selepas fabrikasi komposit ini, anda perlu mengkaji sifat termalnya. Jawab soalan berikut:

- (a). You are considering which thermal analysis method you should use to analyze the sample. Discuss on possible methods that can be used to analyze the sample including sample preparation methods, information you can obtain, advantages and disadvantages.

Anda sedang mempertimbangkan kaedah analisis haba yang mana anda patut menganalisis sampel. Bincangkan tentang kemungkinan kaedah yang boleh digunakan untuk menganalisis sampel termasuk kaedah penyediaan sampel, maklumat yang boleh anda perolehi, kelebihan dan kekurangan.

(10 marks/markah)

- (b). You want to use Thermogravimetry Analysis (TGA) analysis for cuprous oxide (Cu_2O) and silver nanoparticles embedded in polyurethane composite. Explain working principle of TGA with the help of appropriate diagram.

Anda ingin menggunakan analisa thermogravimetri (TGA) untuk sampel kuprum oksida (Cu_2O) dan nanopartikel perak yang tertanam dalam komposit poliuretana. Terangkan prinsip kerja TGA dengan bantuan gambar rajah yang sesuai.

(5 marks/markah)

...8/-

- (c). Describe the working principle of Differential Scanning Calorimetry (DSC).
Huraikan prinsip kerja Kalorimetri Pengimbasan Beza (DSC).

(5 marks/markah)

- (5). (a). Define Numerical Aperture (NA) of a microscope objective. Distinguish what are the advantages of a High NA objective and a Low-NA objective.

Takrifkan Apertur Numerikal (NA) bagi objektif mikroskop. Bezakan apakah kelebihan mempunyai NA objektif tinggi dan NA objektif rendah,

(4 marks/markah)

- (b). Explain how the sample must be prepared for surface morphology analysis using an optical compound microscope.

Terangkan bagaimana sampel perlu disediakan untuk analisis permukaan morfologi dengan menggunakan mikroskop optikal kompaun

(4 marks/markah)

- (c). Nanotech Innovations is in the final stages of developing a nanomaterial with unique surface features intended for high-sensitivity sensor applications. To ensure the surface quality and structural integrity of this nanomaterial, the R&D team is considering two advanced imaging techniques: Scanning Tunneling Microscopy (STM) and Atomic Force Microscopy (AFM). Each technique, under the broader category of Scanning Probe Microscopy, uses a physical probe to scan and create surface images. The team must decide which technique is best suited to capture the detailed surface characteristics relevant to sensor functionality.

Nanotech Innovations kini berada di peringkat akhir pembangunan bahan nano dengan ciri permukaan unik yang bertujuan untuk aplikasi penderia bersensitif tinggi. Untuk memastikan kualiti permukaan dan integriti struktur bahan nano ini, pasukan R&D sedang mempertimbangkan dua teknik pengimejan termaju: Mikroskopi Terowong Imbasan (STM) dan Mikroskopi Tenaga Atomik (AFM). Setiap teknik, di bawah kategori Mikroskopi Kuar Imbasan, menggunakan kuar fizikal untuk mengimbas dan mencipta imej permukaan. Pasukan kini perlu memutuskan teknik yang paling sesuai untuk mendapatkan ciri-ciri permukaan terperinci yang relevan dengan fungsi sensor.

- (i). Describe the principles of your chosen technique, explain how it operates, and outline why it is better suited than the alternative for examining the surface features that are critical to sensor performance.

Terangkan prinsip teknik yang anda pilih, bagaimana ia berfungsi, dan nyatakan sebab ia lebih sesuai berbanding kaedah alternatif untuk memeriksa ciri-ciri permukaan yang kritikal kepada prestasi penderia.

(6 marks/markah)

- (ii). Present and defend your choice between STM and AFM as the best method for analyzing this nanomaterial's surface for sensor applications.

Kemukakan dan pertahankan pilihan anda antara STM dan AFM sebagai kaedah terbaik untuk menganalisis permukaan bahan nano ini bagi aplikasi penderia.

(6 marks/markah)

...10/-

SULIT

- (6). The Fourier Transform Infrared (FTIR) data presented in Figure 4 illustrates the impact of synthesis time on the formation of crystalline SrTiO_3 (STO). The experiments were conducted at reaction times varying from 24 to 96 hours, with a synthesis temperature of 130°C and a NaOH concentration of 3 M.

Data Fourier Transform Infrared (FTIR) yang dibentangkan dalam Rajah 4 menggambarkan kesan masa sintesis terhadap pembentukan hablur SrTiO_3 (STO). Eksperimen dijalankan pada masa tindak balas yang berbeza-beza dari 24 hingga 96 jam, dengan suhu sintesis 130°C dan kepekatan NaOH 3 M.

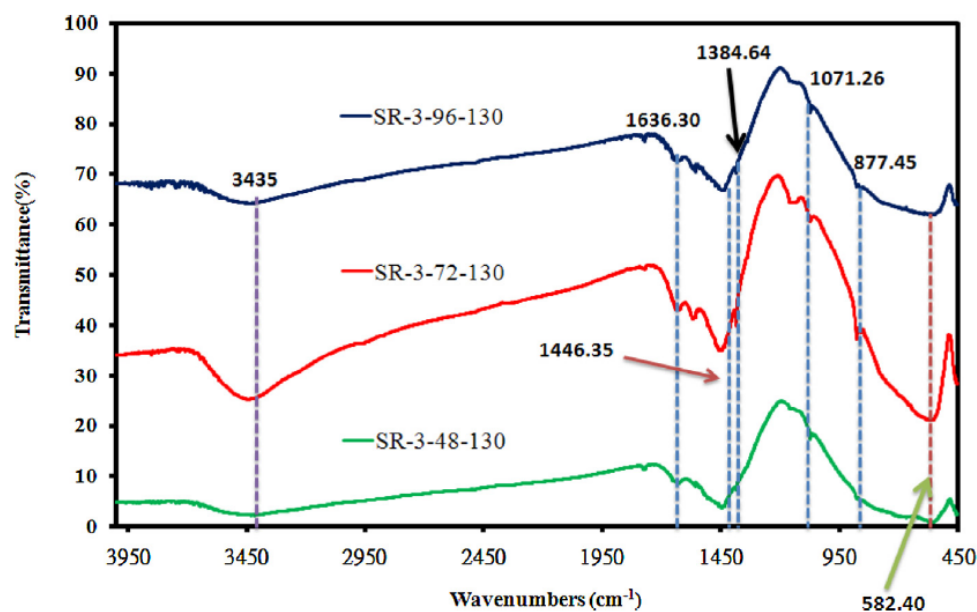


Figure 4. FT-IR spectra of SrTiO_3 prepared from hydrothermal NaOH treatment at 130.8°C with different synthesis time, 48, 72 and 96 h, ($[\text{NaOH}] = 3\text{ M}$).

Rajah 4. Spektrum FT-IR SrTiO_3 disediakan daripada rawatan NaOH hidroterma pada 130.8°C dengan masa sintesis yang berbeza, 48, 72 dan 96 jam, ($[\text{NaOH}] = 3\text{ M}$).

Note / Nota:

3435 cm^{-1} : O-H stretching vibration / 3435 cm^{-1} : Getaran regangan OH

1446 cm^{-1} : carboxylate group (CO_3^{2-}) vibration / 1446 cm^{-1} : Getaran kumpulan karboksilat (CO_3^{2-})

582.4 cm^{-1} : Ti-O vibrational / 582.4 cm^{-1} : Getaran Ti-O

- (a). Explain the fundamental principle of Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy and its typical application in materials characterization. Provide examples from this study to illustrate your explanation.

Terangkan prinsip asas spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR) dan aplikasi tipikalnya dalam pencirian bahan. Berikan contoh daripada kajian ini untuk menggambarkan penjelasan anda.

(10 marks/markah)

- (b). Analyze the impact of synthesis time on the structural composition of SrTiO_3 nanocubes. Discuss, how the changes in the characteristic absorption bands reflect the chemical and structural transformation.

Analisis kesan masa sintesis pada komposisi struktur nanokub SrTiO₃. Bincangkan bagaimana perubahan dalam jalur penyerapan ciri mencerminkan transformasi kimia dan struktur.

(10 marks/markah)

- (7). Thermal analysis is important to investigate properties of polymer with varying temperature. Answer the following questions:

Analisis terma adalah penting untuk mengkaji sifat polimer dengan suhu yang berbeza-beza. Jawab soalan berikut:

- (a). You are considering either to use Dynamic Mechanical Analysis (DMA) or Differential Scanning Calorimetry (DSC). Evaluate on information you can obtain from both DMA and DSC.

Anda sedang mempertimbangkan sama ada untuk menggunakan Dynamic Mechanical Analysis (DMA) atau Differential Scanning Calorimetry (DSC). Nilai maklumat yang anda boleh diperolehi daripada analisa menggunakan DMA dan DSC.

(8 marks/markah)

...12/-

- (b). With the help of appropriate diagram, explain working principle of DMA.

Dengan bantuan gambar rajah yang sesuai, terangkan prinsip kerja DMA.

(6 marks/markah)

- (c). Discuss working principle of thermomechanical analysis (TMA) and information you can obtain from the analysis.

Bincangkan prinsip kerja analisa termomekanikal (TMA) dan maklumat yang anda boleh perolehi daripada analisis tersebut.

(6 marks/markah)

-oooOooo-