

**PART A / BAHAGIAN A**

- (1). The community close to mining area suspects there is illegal flow of untreated waste to nearby lake. They want to test if the water is contaminated by metal ions. Two samples were taken from the area, soil and water.

*Masyarakat berhampiran kawasan perlombongan mengesyaki terdapat pengaliran haram sisa tidak dirawat ke dalam tasik berhampiran. Mereka ingin menguji sama ada air itu tercemar oleh ion logam. Dua sampel diambil dari kawasan tersebut iaitu tanah dan air.*

- (a). Evaluate which method is the most suitable to be used to detect the presence of metal ions in both samples. Compare the advantages and disadvantages of this method.

*Nilaikan kaedah manakah yang paling sesuai digunakan untuk mengesan kehadiran ion logam dalam kedua-dua sampel. Bandingkan kelebihan dan kekurangan kaedah ini.*

*(7 marks/markah)*

- (b). With the help of an appropriate diagram, explain the working principle of the method you choose in 1(a).

*Dengan bantuan gambar rajah yang sesuai, terangkan prinsip kerja kaedah yang anda pilih dalam 1(a).*

*(7 marks/markah)*

- (c). Explain the sample preparation approach for both soil and water samples taken from the site.

*Terangkan pendekatan penyediaan sampel untuk kedua-dua sampel tanah dan air yang diambil dari tapak.*

(6 marks/markah)

- (2). (a). You are assigned as a production manager in a semiconductor company, where precise observation of surface topography, depth profiling, and hardness at the atomic level is crucial for the product manufactured for engineering applications. You are tasked for identifying and explaining the most suitable microscopy technique for the image presented in Figure 1. Considering the specific requirements of surface analysis in semiconductor materials;

*Anda ditugaskan sebagai pengurus produksi di sebuah syarikat semikonduktor, di mana pemerhatian yang tepat terhadap topografi permukaan, profil kedalaman, dan kekerasan pada peringkat atom adalah penting untuk produk yang dikeluarkan untuk aplikasi kejuruteraan. Anda diminta untuk mengenal pasti dan menjelaskan teknik mikroskopi yang paling sesuai untuk imej yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Mengambil kira keperluan khusus analisis permukaan dalam bahan semikonduktor;*

- (i). Identify the microscopy technique that you would recommend to the semiconductor company.

*Kenal pasti teknik mikroskopi yang anda akan syorkan kepada syarikat semikonduktor tersebut.*

(1 marks/markah)

...4/-

- (ii). Explain how it effectively addresses the need to observe surface topography, perform depth profiling, and assess hardness at the atomic level based on the information provided in Figure 1.

*Terangkan bagaimana ia berkesan dalam menangani keperluan pemerhatian topografi permukaan, menjalankan profil kedalaman, dan menilai kekerasan pada peringkat atom berdasarkan maklumat yang diberikan dalam Rajah 1.*

(9 marks/markah)

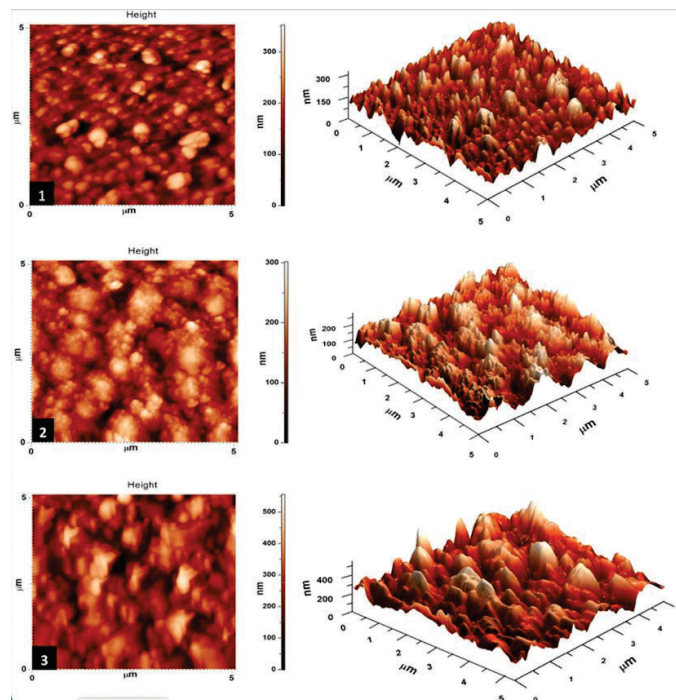


Figure 1: Image showing ZnO hydrophobic coating on glass surface with different percentage of filler loading.

*Figure 1: Imej menunjukkan lapisan hidrofobik ZnO di atas permukaan kaca dengan kandungan peratus pengisi yang berbeza.*

...5/-

- (iii). Elaborate on the key features and advantages of the chosen microscopy technique in the context of semiconductor industry applications.

*Huraikan ciri-ciri utama dan kelebihan teknik mikroskopi yang dipilih dalam konteks aplikasi industri semikonduktor.*

(4 marks/markah)

- (b). Both light microscopes and electron microscopes use radiation (light or electron beams) to form larger and more detailed images of objects (e.g. biological specimens, materials, crystal structures, etc.) than the human eye. Differentiate the advantages and limitation of electron microscopy over light microscopy.

*Kedua-dua mikroskop cahaya dan mikroskop elektron menggunakan radiasi (cahaya atau alur elektron) untuk membentuk imej yang lebih besar dan lebih terperinci bagi sesuatu objek (cth spesimen biologi, bahan-bahan, struktur kristal, dan lain-lain) berbanding mata manusia. Bezakan kelebihan dan kekurangan mikroskopi elektron terhadap mikroskop cahaya.*

(6 marks/markah)

- (3). (a). Identify and explain a common spectral interference in X-ray fluorescence (XRF) analysis. How does this interference impact the accuracy of the analysis, and what strategies can be employed to mitigate its effects?

*Kenalpasti dan jelaskan satu gangguan spektral biasa dalam analisis pendarfluor sinar-X (XRF). Bagaimanakah gangguan ini*

...6/-

*memberi kesan kepada ketepatan analisis, dan apakah strategi yang boleh digunakan untuk mengurangkan kesan-kesannya?*

*(10 marks/markah)*

- (b). An XRF analysis is performed on a metal alloy sample. The peak area counts for copper (Cu) and zinc (Zn) are found to be 15,000 and 25,000 respectively. Using the calibration curve method, the sensitivity factors obtained from standard samples are 0.02 counts/ppm for Cu and 0.03 counts/ppm for Zn. Calculate the concentration of Cu and Zn in ppm in the alloy.

*Analisis XRF dilakukan pada sampel aloi logam. Kiraan kawasan puncak bagi kuprum (Cu) dan zink (Zn) didapati masing-masing 15,000 dan 25,000. Dengan menggunakan kaedah lengkung penentukuran, faktor sensitiviti yang diperoleh daripada sampel rujukan ialah 0.02 kiraan/ppm untuk Cu dan 0.03 kiraan/ppm untuk Zn. Kira kepekatan Cu dan Zn dalam ppm dalam aloi.*

*(10 marks/markah)*

**PART B / BAHAGIAN B**

- (4). You are given ammonium polyphosphate (APP) and aluminum hydroxide (ALH) with different mass content used as flame retardant (FR) on plant-based natural hemp fabric reinforced polymer (FFRP) composites as shown in Table 1.

*Anda diberikan ammonium polifosfat (APP) dan aluminium hidroksida (ALH) dengan kandungan jisim yang berbeza digunakan sebagai kalis api (FR) pada komposit polimer bertetulang fabrik rami semulajadi (FFRP) berasaskan tumbuhan seperti ditunjukkan dalam Jadual 1.*

Table 1 : Formula of hybrid composites fire retardant materials

*Jadual 1: Formulasi komposit hibrid kalis api*

Specimen ID	Specimen name	Thickness [mm]	Fire Retardant (FR) content [%]
1L-FFRP	1 layer flax-fabric/epoxy laminate	1.5	
2L-FFRP	2 layers flax-fabric/epoxy laminate	3	-
4L-FFRP	4 layers flax-fabric/epoxy laminate	6	-
2L-FFRP-APP10%	2 layers flax-fabric/epoxy laminate, 10% APP	3	10% APP
2L-FFRP-APP20%	2 layers flax-fabric/epoxy laminate, 20% APP	3	20% APP
2L-FFRP-APP30%	2 layers flax-fabric/epoxy laminate, 30% APP	3	30% APP
2L-FFRP-ALH20%	2 layers flax-fabric/epoxy laminate, 20% ALH	3	20% ALH
2L-FFRP-ALH30%	2 layers flax-fabric/epoxy laminate, 30% ALH	3	30% ALH
2L-FFRP-ALH40%	2 layers flax-fabric/epoxy laminate, 40% ALH	3	40% ALH

FFRP: Flax flax reinforced polymer composite; APP: ammonium polyphosphate; ALH: aluminum hydroxide.

- (a). Figure 2 shows Thermogravimetry Analysis (TGA) and Differential Thermogravimetry (DTG) of flame retardant materials. Analyze effects of fabrication parameters on the thermal properties of these fire retardant composites.

*Rajah 2 menunjukkan Analisis Termogravimetri (TGA) dan Termogravimetri Berbeza (DTG) bahan kalis api. Analisa kesan parameter fabrikasi ke atas sifat terma bagi komposit kalis api ini.*

(6 marks/markah)

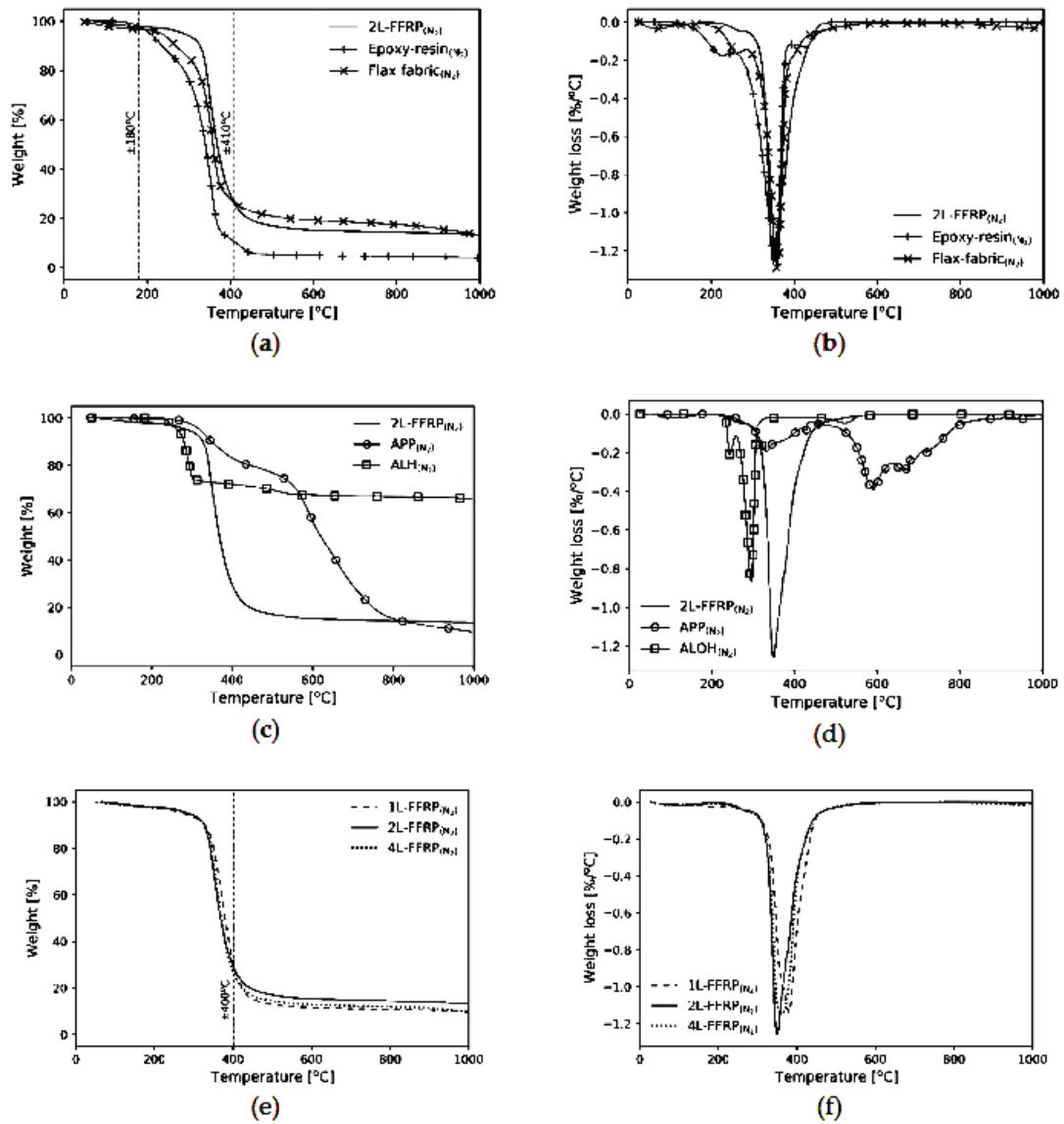


Figure 2: TGA and DTG curves in nitrogen atmosphere of FFRP composite with: (a,b) flax and epoxy components; (c,d) fire-retardant compounds; and (e,f) different number of layers

Rajah 2: Lengkung TGA dan DTG dalam atmosfera nitrogen komposit FFRP dengan: (a,b) rami dan epoksi komponen; (c,d) sebatian kalis api; dan (e,f) bilangan lapisan yang berbeza



- (b). Differential Scanning Calorimetry (DSC) is used to analyze these samples. Discuss information you can obtain from DSC. Explain the working principle of DSC.

*Kalorimetri Imbasan Pembeza (DSC) digunakan untuk menganalisis sampel ini. Bincangkan maklumat yang boleh anda perolehi daripada DSC. Terangkan prinsip kerja DSC.*

*(7 marks/markah)*

- (c). You would like to analyze the composites using Dynamic Mechanical Analysis (DMA). With the aid of an appropriate diagram, explain instrumentation in DMA. Describe options for dynamic analysis in DMA.

*Anda ingin menganalisis komposit menggunakan Analisis Mekanikal Dinamik (DMA). Dengan bantuan gambar rajah yang sesuai, terangkan instrumentasi dalam DMA. Terangkan pilihan untuk analisis dinamik dalam DMA.*

*(7 marks/markah)*

- (5). Consider a scenario where a research team is investigating the microstructure of a newly developed material as shown in Figure 3 for potential applications in various field. The team decides to employ Scanning Electron Microscopy (SEM) for detailed analysis.

*Pertimbangkan satu senario di mana satu pasukan penyelidikan mengkaji struktur mikro bahan yang baru dibangunkan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3 untuk aplikasi dalam pelbagai bidang. Pasukan tersebut memutuskan untuk menggunakan Mikroskopi Elektron Imbasan (SEM) untuk analisis terperinci.*

*...11/-*

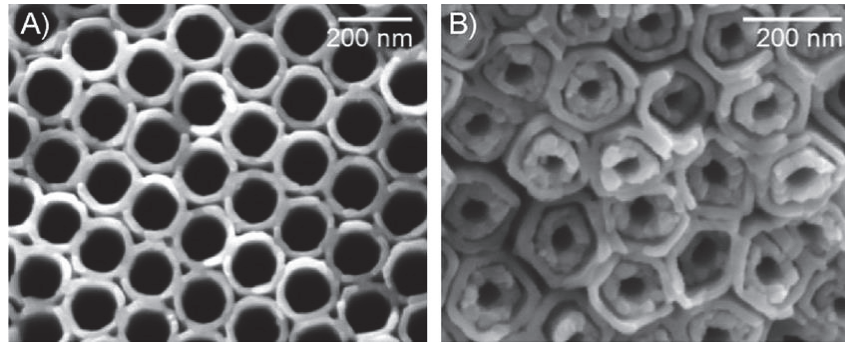


Figure 3: Top view of the titania nanotube arrays.

*Rajah 3: Pandangan atas jajaran nanotiub titania.*

- (i). Justify why SEM is the preferred microscopy technique for this investigation from the perspective of resolution, depth of field, surface sensitivity, elemental analysis and imaging modes.

*Buktikan mengapa SEM adalah teknik mikroskopi yang dipilih untuk penyelidikan ini dari segi resolusi, kedalaman bidang, kepekaan permukaan, analisis elemen dan mod pengimejan.*

*(3 marks/markah)*

- (ii). Describe the specific microstructural features that SEM can reveal in the material shown in Figure 3.

*Huraikan ciri-ciri mikrostruktur khusus yang SEM boleh tunjukkan dalam bahan yang ditunjukkan dalam Rajah 3.*

*(3 marks/markah)*

- (iii). Discuss potential challenges in sample preparation for SEM and propose strategies to overcome them.

*Bincangkan potensi cabaran dalam penyediaan sampel untuk SEM dan cadangkan strategi untuk mengatasinya.*

*(3 marks/markah)*

*...12/-*

- (iv). Explain how SEM can be used for quantitative analysis of the microstructure material's.

*Terangkan bagaimana SEM boleh digunakan untuk analisis kuantitatif mikrostruktur bahan.*

(3 marks/markah)

- (v). Compare the advantages and limitations of SEM with Transmission Electron Microscopy for this specific investigation.

*Bandingkan kelebihan dan kelemahan SEM dengan Mikroskopi Elektron Transmisi untuk penyelidikan khusus ini.*

(4 marks/markah)

- (vi). From the observed microstructural features in Figure 3, explain the potential applications.

*Daripada maklumat ciri-ciri mikrostruktur yang diperhatikan dalam Rajah 3, terangkan potensi aplikasi.*

(4 marks/markah)

- (6). (a). A Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy experiment is conducted to determine the concentration of a compound in a solution. An absorption band specific to the compound is observed at  $1650\text{ cm}^{-1}$  with an absorbance of 0.45. If the molar absorptivity ( $\epsilon$ ) of the compound at this wavelength is  $150\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$  and the path length of the cell used is 1 cm, calculate the concentration of the compound in the solution in  $\text{mol L}^{-1}$ .

...13/-

*Eksperimen spektroskopi Fourier Transformasi Inframerah (FTIR) dijalankan untuk menentukan kepekatan sebatian dalam larutan. Jalur penyerapan khusus untuk sebatian diperhatikan pada  $1650\text{ cm}^{-1}$  dengan penyerapan 0.45. Sekiranya penyerapan molar ( $\epsilon$ ) sebatian pada panjang gelombang ini ialah  $150\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$  dan panjang laluan sel yang digunakan ialah 1 cm, hitung kepekatan sebatian dalam larutan dalam  $\text{mol L}^{-1}$*

(10 marks/markah)

- (b). In an FTIR analysis, the peak area of a characteristic absorption band of a polymer sample is measured to be 300 arbitrary units. A standard sample of known concentration ( $0.02\text{ mol L}^{-1}$ ) shows a peak area of 150 arbitrary units for the same absorption band. Calculate the concentration of the polymer in the sample.

*Dalam analisis FTIR, kawasan puncak jalur penyerapan ciri sampel polimer diukur sebagai 300 unit abitrari. Sampel standard kepekatan yang diketahui ( $0.02\text{ mol L}^{-1}$ ) menunjukkan kawasan puncak 150 unit abitrari untuk jalur penyerapan yang sama. Kirakan kepekatan polimer dalam sampel.*

(10 marks/markah)

- (7). (a). A scanning tunneling microscope (STM) is an instrument for imaging surfaces at the atomic level. Briefly explain the advantages and limitation of this technique.

*A mikroskop imbasan terowong (STM) merupakan instrumen untuk pengimejan permukaan pada peringkat atom. Terangkan secara ringkas kelebihan dan kelemahan teknik ini.*

(5 marks/markah)

...14/-

- (b). Describe the following capabilities of focused ion beam (FIB) with aid of a diagram

*Terangkan keupayaan alur ion fokus (FIB) berikut dengan bantuan gambarajah*

- (i). to deposit material via ion beam induced deposition  
*untuk deposit bahan melalui pemendakan alur ion fokus*  
(5 marks/markah)
- (ii). to etch or machine surfaces  
*untuk kakisan atau pemesinan permukaan*  
(5 marks/markah)

- (c). List the followings 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 and (5) objective lens

*Susun struktur mikroskop cahaya kompaun berikut dalam susunan perjalanan cahaya ke mata pemerhati: (1) kondenser, (2) kanta ocular, (3) pengiluminasi, (4) spesimen dan (5) kanta objektif*  
(5 marks/markah)

**-oooOooo -**