

SULIT



Second Semester Examination
2022/2023 Academic Session

July/August 2023

EBP 311– Polymer Analytical Methods And Failure Analysis
[Kaedah Analitikal Dan Analisis Kegagalan Polimer]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this examination paper consists of THIRTEEN (13) pages of printed material before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA BELAS (13) muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

Instructions : Answer **FIVE (5)** questions. **Part A is COMPULSORY**. Answer **ONE (1)** question from PART B and **ONE (1)** question from PART C. All questions carry the same marks.

[Arahan : Jawab **LIMA (5)** soalan. **Bahagian A WAJIB dijawab**. Jawab **SATU (1)** soalan dari BAHAGIAN B dan **SATU (1)** soalan dari BAHAGIAN C. 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). (a). With the aid of illustration, describe the working principle for the UV-vis spectroscopy.

Dengan bantuan gambarajah, huraikan prinsip kerja untuk UV-vis spektroskopi.

(6 marks/ markah)

- (b). You are given a sample of an unknown polymer and asked to analyze its molecular weight. Describe **ONE (1)** method you could use to determine the molecular weight of the polymer, and discuss the advantages and limitations of the method.

*Anda diberi sampel polimer yang tidak diketahui dan diminta menganalisis berat molekulnya. Terangkan **SATU (1)** kaedah yang boleh anda gunakan untuk menentukan berat molekul polimer, dan bincangkan kelebihan dan kekurangan kaedah tersebut.*

(4 marks/ markah)

- (c). 'Typically, polymers are able to creep and recover upon deformation when subjected to applied strain'.

Outline **TWO (2)** types of analytical methods to justify the statement above. Your elaboration must consider appropriate sketches and diagram.

...3/-

'Secara amnya, polimer boleh merayap dan memulih apabila bentuknya diubah semasa dikenakan tekanan.'

Gariskan **DUA (2)** jenis kaedah analitikal untuk mewajarkan pernyataan di atas. Huraian anda memerlukan lakaran dan gambarajah yang sesuai.

(10 marks/markah)

- (2). (a). **Figure 1** shows an XRF spectrum of bottle grade poly (ethylene terephthalate) (PET). Analyse the spectrum and elaborate the justifications of the necessity of XRF characterization in plastic industries.

Rajah 1 menunjukkan spektrum XRF bagi poli (etilena tereftalat) (PET) gred botol. Buat analisis bagi spektrum tersebut dan huraikan justifikasi berkenaan keperluan XRF dalam industri plastik.

(8 marks/markah)

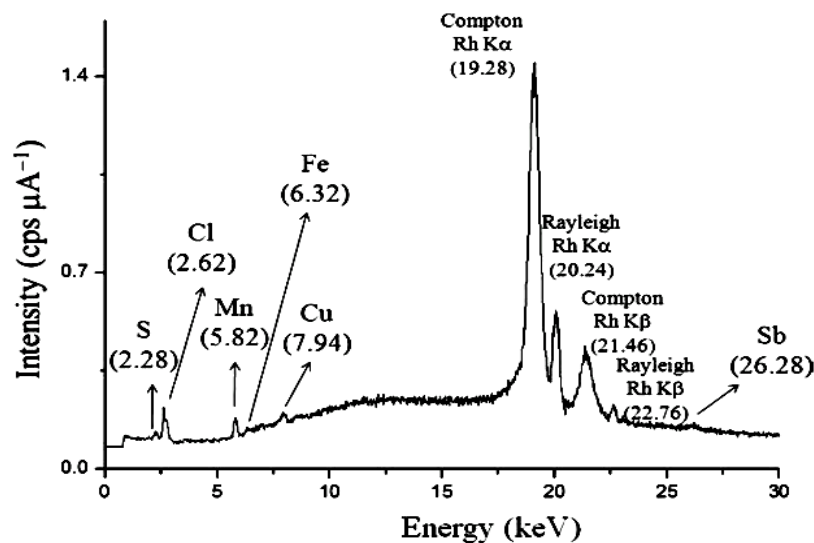


Figure 1: XRF spectrum of bottle-grade PET

Rajah 1: Spektrum PET gred botol

...4/-

- (b). You are working as a polymer engineering in an industry that polymerizes *Polymer A*. *Polymer A* is aimed to be used to produce injection moulded parts. Outline **TWO (2)** types of analytical methods to understand the properties of *Polymer A* before proceeding to production into products. Your suggestions must include appropriate diagrams or sketches.

Anda berkerja sebagai jurutera polimer dalam industri yang menghasilkan Polimer A. Polimer A disasarkan untuk menghasilkan produk yang berasaskan suntikan adunan. Gariskan DUA (2) jenis kaedah analitikal untuk memahami ciri-ciri Polimer A sebelum meneruskan penghasilan produk. Cadangan anda mestilah mengandungi gambarajah atau lakaran yang sesuai.

(12 marks/markah)

- (3). (a). List the advantages of using simulation software in predictive analysis of failures in plastic products. Please provide examples for every advantage that you have listed out.

Senaraikan kelebihan-kelebihan penggunaan perisian simulasi dalam analisa jangkaan bagi kegagalan produk plastik. Sila berikan contoh-contoh untuk setiap kelebihan yang anda senaraikan.

(8 marks/markah)

...5/-

- (b). “Molecular degradation caused by improper processing procedures is very influential to the performance of polymer products and the occurrence of molecular degradation can be detected using a simple flow test such as melt flow index test.”

Based on the above statement, a plastic injection moulding company wanted to investigate whether their processing procedure was causing one of the moulded products made of PC/ABS polymer blend to crack during service. The company has sent several samples to a test laboratory to conduct a melt flow index test to confirm the suspicion. The samples are labeled as follows.

“Degradasi molekul yang disebabkan oleh prosedur pemrosesan yang tidak sesuai adalah amat mempengaruhi prestasi produk polimer dan kejadian degradasi molekul boleh dikesan menggunakan ujian aliran yang ringkas seperti ujian aliran leburan.”

Berdasarkan pernyataan di atas, satu syarikat pengacuanan suntikan ingin menyiasat sama ada prosedur pemrosesan mereka telah menyebabkan salah satu produk teracuan mereka yang diperbuat daripada gaulan polimer PC/ABS mengalami keretakan semasa servis. Syarikat tersebut telah menghantar beberapa sampel ke suatu makmal ujian untuk menjalankan suatu ujian aliran leburan bagi mengesahkan dakwaan tersebut. Sampel-sampel tersebut dilabelkan seperti berikut:

...6/-

- Raw resin – polymer pellets used for the injection moulding procedure.

Resin mentah – pelet polimer yang digunakan untuk prosedur pengacuanan suntikan.

- Cracked sample – failed moulded product returned by customer.

Sampel retak – produk teracuan yang gagal dan dipulangkan oleh pelanggan.

- Normal – moulded product prepared using normal processing settings.

Normal – produk yang teracuan menggunakan tetapan pemprosesan biasa.

- High-Temp – moulded product prepared using high temperatures processing settings.

Suhu-Tinggi – produk yang teracuan menggunakan tetapan pemprosesan dengan suhu tinggi

- UV-exposed – moulded product prepared using normal processing settings and exposed to sunlight for certain period.

Terdedah-UV – produk yang teracuan menggunakan tetapan pemprosesan normal dan telah terdedah kepada sinaran matahari untuk tempoh tertentu.

...7/-

Table 1 displays the results of Melt Flow Index test for all the samples submitted to the laboratory.

Jadual 1 menunjukkan keputusan ujian Indeks Aliran Leburan bagi kesemua sampel yang dihantar ke makmal tersebut.

Table 1: Melt Flow Index (MFI) test results

Jadual 1: Keputusan ujian Indeks Aliran Leburan

Sample Label (Label Sampel)	MFI (g/10 min.)	Variation of MFI (%) (with respect to MFI of raw resin)
		Perubahan MFI (%) (merujuk kepada MFI resin mentah)
Raw resin <i>Resin mentah</i>	5.13 ± 0.01	—
Cracked sample <i>Sample retak</i>	8.03 ± 0.39	56.5
Normal <i>Normal</i>	5.91 ± 0.10	15.2
High-Temp <i>Suhu-Tinggi</i>	7.26 ± 0.06	41.5
UV-exposed <i>Terdedah-UV</i>	6.27 ± 0.08	22.2

Based on the above MFI results, prepare a failure analysis report for the encountered defect. Include in the report, your suggestion regarding the cause of the defect and propose to the company, actions that need to be taken to avoid the problem from reoccurring.

Berdasarkan keputusan MFI di atas, sediakan satu laporan analisa kegagalan bagi kecacatan yang dialami. Sertakan dalam laporan tersebut, cadangan anda tentang punca kecacatan dan cadangkan kepada syarikat tersebut, tindakan yang perlu diambil bagi mengelakkan masalah itu berlaku lagi.

(12 marks/markah)

...8/-

PART B / BAHAGIAN B

- (4). (a). Quality control of a product is compulsory for any manufacturing process. Describe the differences for quality assurance and quality control. In your opinion, how does these two processes affect the overall manufacturing to obtain good quality products.

Kawalan kualiti produk adalah wajib untuk sebarang proses pembuatan. Huraikan perbezaan untuk jaminan kualiti dan kawalan kualiti. Pada pendapat anda, bagaimanakah kedua-dua proses ini mempengaruhi keseluruhan pembuatan untuk mendapatkan produk yang berkualiti.

(10 marks/ markah)

- (b). Plastic film is usually made up of numerous layers of different polymers in plastic packaging. Each layer has a physical barrier or other feature, and to ensure that the product is manufactured as the requirements, these packaging materials must be adequately checked. When it comes to multilayer laminates, it is critical to demonstrate that all of the expected layers are there, with the precise layer widths, and that the material is free of defects.

Based on your knowledge on the polymer analytical techniques, how to determine the plastic laminates to achieve the quality as required. Explain your methods to achieve this.

...9/-

Filem plastik biasanya terdiri daripada pelbagai lapisan polimer yang berbeza dalam pembungkusan plastik. Setiap lapisan mempunyai halangan fizikal atau ciri lain. Untuk memastikan produk dihasilkan mengikut keperluan, bahan pembungkusan ini mesti diperiksa dengan secukupnya. Bagi laminat berbilang lapisan, adalah penting untuk menunjukkan bahawa semua lapisan yang dijangkakan ada, dengan lebar lapisan yang tepat, dan bahan itu bebas daripada kecacatan.

Berdasarkan pengetahuan anda tentang teknik analitikal polimer, bagaimana untuk menentukan lamina plastik mencapai kualiti seperti yang diperlukan. Terangkan kaedah anda untuk mencapai ini.

(10 marks/ markah)

- (5). (a). **Figure 2** shows the characteristics of poly(lactic acid) (PLA), randomly oriented nanofiber (RON) and annealed randomly oriented nanofiber (A-RON). Elaborate on the crystallization behaviour of all samples in **Figure 2**.

Rajah 2 menunjukkan ciri-ciri poli(laktik asid) (PLA), nanofiber yang terorientasi secara rawak (RON) dan nanofiber yang terorientasi secara rawak serta tersepuhlindap (A-RON). Huraikan tingkahlaku penghabluran bagi semua sampel dalam **Rajah 2**.

(12 marks/markah)

...10/-

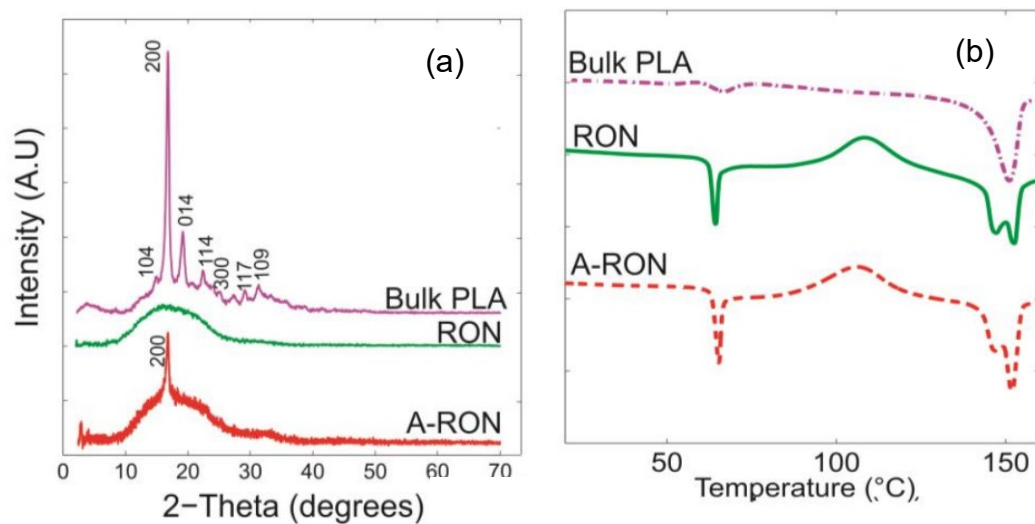


Figure 2: Spectrum for XRD and DSC results for PLA, RON and A-RON samples

Rajah 2: Spektrum keputusan XRD dan DSC bagi sampel PLA, RON dan A-RON

- (b). Explain **TWO (2)** unique outputs of using dynamic mechanical analysis (DMA) compared to other thermal analytical instruments for rubber dampers analysis. Include necessary sketches.

Terangkan **DUA (2)** output unik yang dijana dari analisis mekanikal dinamik (DMA) berbanding instrumen analitikal termal yang lain bagi analisis sampel peredam getah. Masukkan lakaran yang sesuai.

(8 marks/markah)

PART C / BAHAGIAN C

- (6). (a). With the aid of illustration, describe the **THREE (3)** methods to determine the chemical structure of a polymer using Fourier transform infra-red (FTIR).

*Dengan bantuan ilustrasi, huraikan **TIGA (3)** kaedah untuk menentukan struktur kimia polimer menggunakan infra merah transformasi Fourier (FTIR).*

(10 marks/ markah)

- (b). What are the characteristics and implications of the stretching vibration mode commonly seen in the FTIR spectra of inorganic molecules?

Apakah ciri dan implikasi mod getaran regangan yang biasa dilihat dalam spektrum FTIR molekul bukan inorganik?

(5 marks/ markah)

- (c). Describe the different mode of ion ionization methods available for the gas chromatography mass spectroscopy (GCMS).

Huraikan perbezaan mod kaedah pengionan ion yang tersedia untuk spektroskopi jisim kromatografi gas (GCMS).

(5 marks/ markah)

...12/-

- (7). (a). “In some cases, during failures investigation of plastics products, optical microscopes (OM) are more favourable and practical compared to electron microscopes (EM)”

Give an example of plastic product failure that would support the statement and explain the reason behind the utilization of optical microscope instead of electron microscope.

”Dalam sesetengah kes penyiasatan kegagalan produk plastik, mikroskop optikal (OM) lebih digemari dan praktikal berbanding mikroskop elektron (EM)”

Berikan satu contoh kegagalan produk plastik yang menyokong kenyataan tersebut dan terangkan sebab terhadap penggunaan mikroskop optik dan bukannya mikroskop elektron.

(10 marks/markah)

- (b). In Differential Scanning Calorimetry (DSC) analysis, it is sometime necessary to conduct DSC heating scan twice as displayed in **Figure 3**.

*Dalam analisa Kalorimetri Imbasan Pembezaan (DSC), kadangkala adalah perlu imbasan pemanasan dijalankan sebanyak dua kali seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 3**.*

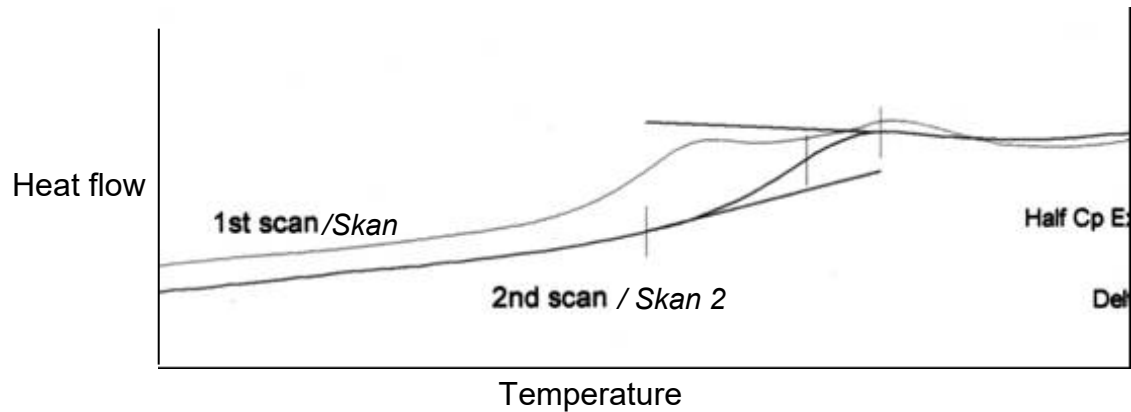


Figure 3: Glass transition temperature of ABS with two heating scans cycle of DSC runs.

Rajah 3: Suhu peralihan kaca bagi ABS dengan dua kali kitaran imbasan pemanasan ujian DSC

What is the significance of conducting two scans instead of one scan? Use the above DSC results as a reference in answering this question.

Apakah kepentingan perlaksanaan dua kali imbasan berbanding sekali? Gunakan keputusan analisa DSC di atas sebagai rujukan dalam menjawab soalan ini.

(10 marks/markah)

—oooOooo—