

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2007/2008

October/November 2007

## **EBB 245/3 - Characterisation of Engineering Materials** **[Pencirian Bahan Kejuruteraan]**

Duration : 3 hours  
[Masa : 3 jam]

---

Please ensure that this examination paper contains ELEVEN printed pages and TWO pages APPENDIX before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEBELAS muka surat beserta DUA muka surat LAMPIRAN yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

This paper contains SEVEN questions.

*[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.]*

**Instructions:** Answer any FIVE questions. If a candidate answers more than five questions, only the first five answers will be examined and awarded marks.

**[Arahan:** Jawab LIMA soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

Answer to any question must start on a new page.

*[Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.]*

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

*[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]*

1. [a] What information can be gained from x-ray diffraction analysis?

*Apakah maklumat-maklumat yang boleh diperolehi melalui analisa pembelauan sinar-x?*

(30 marks/markah)

- [b] A diffracted x-ray beam was observed from (111) planes of iron when monochromatic radiation having a wavelength of 0.15418 nm was used. Calculate (a) the interplanar spacing, and (b) the diffraction angle of the iron. Assume the lattice parameter for iron is 0.2866 nm and the order of reflection is 1.

*Satu jalur sinar-x yang terbelau didapati berlaku daripada satah (111) Fe apabila sinaran monokromatik dengan panjang gelombang 0.15418 nm digunakan. Kirakan (a) jarak antara satah, dan (b) sudut pembelauan bagi Fe. Anggapkan parameter kekisi bagi Fe ialah 0.2866 nm dan tertib pembelauan ialah 1.*

(30 marks/markah)

- [c] Describe the applications of flame atomic absorption spectroscopy in industry.

*Terangkan penggunaan bagi spektroskopi serapan atom nyalaan dalam industri.*

(20 marks/markah)

- [d] A mineral sample was characterized using X-ray fluorescence technique and the result of analysis was given as follow. Assuming the loss after ignition (LOI) of this mineral is 15%, calculate the actual weight percentage of the oxides by taking LOI result into consideration.

*Satu sampel mineral telah dianalisa menggunakan teknik pendaflor sinar-x dan keputusan diberikan seperti berikut. Anggapkan kehilangan selepas bakar (LOI) bagi mineral ini ialah 15%. Kirakan peratusan berat sebenar oksida-oksida dengan mengambil kira keputusan LOI.*

Oxide <i>Oksida</i>	%weight <i>% berat</i>
MgO	36.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.10
SiO <sub>2</sub>	40.85
K <sub>2</sub> O	20.45
CaO	0.15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.45

(20 marks/markah)

2. [a] In one laboratory class, a series of nickel standard solution was prepared. Atomic adsorption spectroscopy was used for analyzing these solutions and the results are provided as follow. Two samples with unknown concentration of nickel were prepared as well, which are Sample X with 300 ml volume and Sample Y with 400 ml volume. Estimate nickel percentage (weight/volume) in both solutions.

*Dalam satu kelas makmal, satu siri larutan piawai nikel telah disediakan. Spektroskopi serapan atom telah digunakan bagi menganalisa larutan-larutan tersebut dan keputusan diberikan seperti berikut. Dua sampel dengan kandungan nikel yang tidak diketahui turut disediakan, iaitu Sampel X dengan isipadu 300 ml dan Sampel Y dengan isipadu 400 ml. Anggarkan peratusan nikel (berat/isipadu) dalam kedua-dua larutan.*

Concentration of standard solution (ppm) <i>Kepekatan larutan piawai (ppm)</i>	Absorbance <i>Serapan</i>
0.25	0.027
0.5	0.045
0.75	0.068
1.0	0.09
1.25	0.11
1.5	0.13
Sample X/ <i>Sampel X</i>	0.035
Sample Y/ <i>Sampel Y</i>	0.075

(30 marks/markah)

- [b] Explain the advantages of graphite furnace atomic absorption compared to flame absorption spectroscopy.

*Terangkan kelebihan serapan atom relau grafit berbanding spektroskopi serapan atom nyalaan.*

(30 marks/markah)

- [c] With the aid of a schematic diagram, explain the importance components in an X-ray diffractometer.

*Dengan menggunakan rajah skema, terangkan komponen utama bagi meter pembelauan sinar-x.*

(40 marks/markah)

3. [a] Write short notes on the following:
- (i) Transmission IR Spectroscopy
  - (ii) Diffuse Reflectance IR Spectroscopy (DRIFTS)
  - (iii) Reflection-Absorption IR
  - (iv) Multiple Internal Reflection Spectroscopy (MIRS) or Attenuated Total Reflection (ATR)

*Tuliskan nota ringkas untuk:*

- (i) Transmission IR Spectroscopy*
- (ii) Diffuse Reflectance IR Spectroscopy (DRIFTS)*
- (iii) Reflection-Absorption IR*
- (iv) Multiple Internal Reflection Spectroscopy (MIRS) or Attenuated Total Reflection (ATR)*

(30 marks/markah)

- [b] A sample in a 1 cm cell is determined with a spectrophotometer to transmit 80% light at a certain wave length. If the absorptivity (absorption coefficient) of the substance at this wave length is 2 cm<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>L, calculate the concentration of the substance?

*Sampel pada 1 cm sel diuji menggunakan spectrophotometer dan menyebarkan 80% sinar pada jarak gelombang tertentu. Diberi kecekapan penyerapan pada jarak gelombang tersebut adalah 2 cm<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>L, kirakan kepekatan sampel.*

(30 marks/markah)

- [c] A solution containing 1.00 mg ion (as the thiocyanate complex) in 100 ml solution was observed to transmit 70.0% of incident light compared to an appropriate blank. Calculate the absorbance of the solution at this wave-length? Consequently, calculate the fraction of light would be transmitted by a solution of iron four times as concentrated?

*Cecair mengandungi 1.00 mg ion (kompleks tiosianat) di dalam 100 ml larutan menyebarkan 70% sinar berbanding larutan kawalan. Kirakan penyerapan pada jarak gelombang tersebut. Seterusnya, kirakan pecahan sinar yang akan terpancar oleh larutan tersebut sekiranya kepekatan ion ditingkatkan kepada empat kali ganda.*

(40 marks/markah)

4. [a] Explain the normal instrumental process of performing FT-IR analysis.

*Terangkan langkah proses peralatan biasa untuk menjalankan analisis FT-IR*

(20 marks/markah)

- [b] Describe three different ways by which the molecules could absorb radiation energy and consequently, elaborate further on the three different transitions mentioned.

*Perihalkan tiga cara berbeza di mana molekul boleh menyerap tenaga radiasi dan seterusnya huraikan tiga transisi berlainan seperti disebutkan secara terperinci.*

(20 marks/markah)

- [c] Various colours are absorbed and transmitted at different wavelength. Consequently, state the colours absorbed and transmitted at a given wavelength (Table) according to A-L.

*Pelbagai warna diserakkan dan dipancarkan pada jarak gelombang tertentu. Seterusnya, berikan setiap warna yang diserap dan dipancarkan pada setiap jarak gelombang berdasarkan (A-L) seperti jadual di bawah:*

<b>Wavelength absorbed, nm</b> <i>Jarak gelombang yang diserap</i>	<b>Absorbed color</b> <i>Warna diserap</i>	<b>Transmitted color</b> <i>Warna dipancarkan</i>
380-450	A	G
450-495	B	H
495-570	C	I
570-590	D	J
590-620	E	K
620-750	F	L

(60 marks/markah)

5. [a] Explain the working principle of an atomic force microscope (AFM). Discuss briefly the applications.

*Terangkan prinsip kerja satu mikroskop daya atomik (AFM). Bincangkan secara ringkas aplikasi-aplikasinya.*

(30 marks/markah)

- [b] Appendix 1 and 2 gives a few thermal analysis results. Explain what do the results give and which technique is used to get each of them?

*Lampiran 1 dan 2 memberikan beberapa keputusan analisa terma. Terangkan apakah yang diberikan oleh keputusan-keputusan tersebut dan kaedah manakah yang digunakan dalam mendapatkan setiap satu keputusan tersebut?*

(50 marks/markah)

- [c] Explain how the micrographs look like when you perform a microstructure evaluation using these equipments: an optical microscope, a SEM and a TEM. Why do they differ?

*Terangkan bagaimanakah rupa mikrograf-mikrograf yang kelihatan apabila anda melakukan pemerhatian menggunakan alatan berikut: satu mikroskop optik, satu SEM dan satu TEM. Mengapakah mikrograf-mikrograf tersebut berbeza?*

(20 marks/markah)

6. [a] Discuss the following cases: suggest the proper technique to use in order to characterize or evaluate the material(s) in each cases. Explain your reasoning in choosing the technique and also how the technique is used to get the analysis required.

*Bincangkan kes-kes yang berikut: cadangkan teknik yang sesuai digunakan untuk mencirikan atau mengkaji bahan (atau bahan-bahan) dalam setiap kes. Terangkan alasan anda dalam memilih teknik tersebut dan juga bagaimana teknik tersebut digunakan untuk mendapatkan analisa yang diperlukan.*

- (i) A researcher is trying to fabricate nano-particles *in-situ* reinforcement MMCs (*in-situ* means the formation of reinforcement happens by chemical reaction during sintering). The intended application is for high temperature structural component.

*Seorang penyelidik sedang cuba menghasilkan komposit logam diperkuat dengan partikel nano *in-situ* (*in-situ* bermaksud pembentukan penguat berlaku dengan reaksi kimia sewaktu persinteran). Aplikasi yang diinginkan adalah untuk komponen struktur suhu tinggi.*



- (ii) The study of curing and polymerization of nano silver-filled epoxy adhesive electrically conductive to be used in electronic packaging industry. The aspects to be studied include effect of additive and also filler content on the epoxy.

*Kajian pempolimeran dan curing pelekat epoksi berpengisi saiz nano perak dengan sifat kekonduksian elektrik yang digunakan dalam industri pembungkusan elektronik. Aspek-aspek yang perlu dikaji termasuk kesan bahan penambah dan juga kandungan pengisi di dalam epoksi.*

- (iii) The evaluation of motor oil service life at elevated temperature (oxidative stability), screening of anti-oxidants and characterizing oil formulations. Motor oils are complex mixtures composed of a base oil along with anti-oxidants and other additive packages. Important properties of these oils include the ability to dissipate heat, lubricate and withstand oxidation at service temperature.

*Kajian hayat servis minyak motor pada suhu tinggi (kestabilan pengoksidaan), penilaian anti-oksidan dan pencirian formulasi minyak. Minyak motor adalah satu campuran kompleks terdiri dari satu minyak asas bersama dengan anti-oksidan dan lain-lain pakej penambah. Sifat-sifat penting minyak ini termasuk kebolehan untuk menyebarkan haba, melincir dan tahan pengoksidaan pada suhu servis.*

- (iv) Study the influence of absorbed moisture on Polyamide 6. Water behaves as a plasticizer for many amorphous and semicrystalline plastics. The analysis has to evaluate effect of moisture absorption on  $T_g$  and mechanical properties (modulus) of polyamide 6.

*Kajian kesan lembapan terserap pada Poliamid 6. Air bertindak sebagai satu pemplastik kepada banyak plastik amorfus dan separa hablur. Analisa perlu mengkaji kesan penyerapan lembaran kepada  $T_g$  dan sifat-sifat mekanik (modulus) poliamid 6.*

(60 marks/markah)

- [c] Explain clearly how you would prepare a sample for microstructure evaluation using an optical microscope. Then, answer the following:
- (i) Would the preparation be the same if the sample is to be evaluated using a SEM or TEM? If not, explain the sample preparation process for SEM and TEM evaluation.
- (ii) Would the preparation be the same for all materials – ceramics, metals, polymers and their composites? Explain.

*Terangkan dengan jelas bagaimana anda menyediakan sampel untuk pemerhatian mikrostruktur menggunakan satu mikroskop optik. Kemudian jawab yang berikut:*

- (i) *Adakah penyediaannya sama jika sampel tersebut diperhatikan menggunakan satu SEM atau TEM? Sekiranya tidak, terangkan proses penyediaan sampel untuk pemerhatian SEM dan TEM.*
- (ii) *Adakah penyediaannya sama untuk semua bahan – seramik, logam, polimer dan komposit bahan-bahan tersebut? Jelaskan.*

(40 marks/markah)

7. [a] (i) Discuss the importance of microstructure evaluation in materials study and also in industry applications.

*Bincangkan kepentingan pemerhatian mikrostruktur dalam kajian bahan dan juga aplikasi industri.*

- (ii) Would the microstructure evaluation sufficient in order to characterize materials performance in application. Explain.

*Adakah pemerhatian mikrostruktur ini mencukupi untuk mencirikan pelakuan bahan-bahan dalam aplikasi. Terangkan.*

(40 marks/markah)

- [b] Explain the working principle of a thermo-mechanical analysis (TMA). How does the analysis performed and the results interpreted (use appropriate example)?

*Terangkan prinsip kerja satu analisa terma-mekanikal (TMA). Bagaimanakah analisa tersebut dilakukan dan keputusannya diterjemahkan (menggunakan contoh yang sesuai)?*

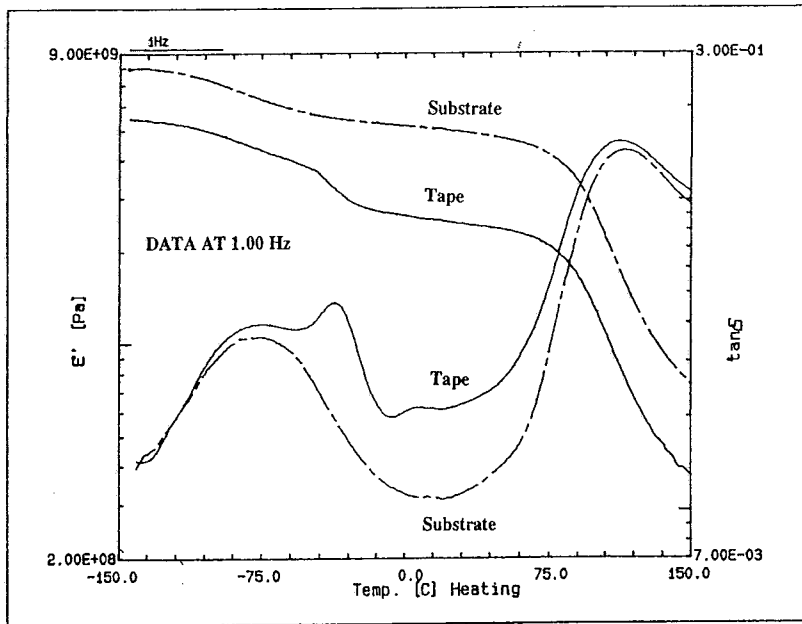
(30 marks/markah)

- [c] Discuss (with appropriate examples) the importance of thermal analysis in materials study. How does the analysis of materials' response upon heating and cooling be useful in material's application?

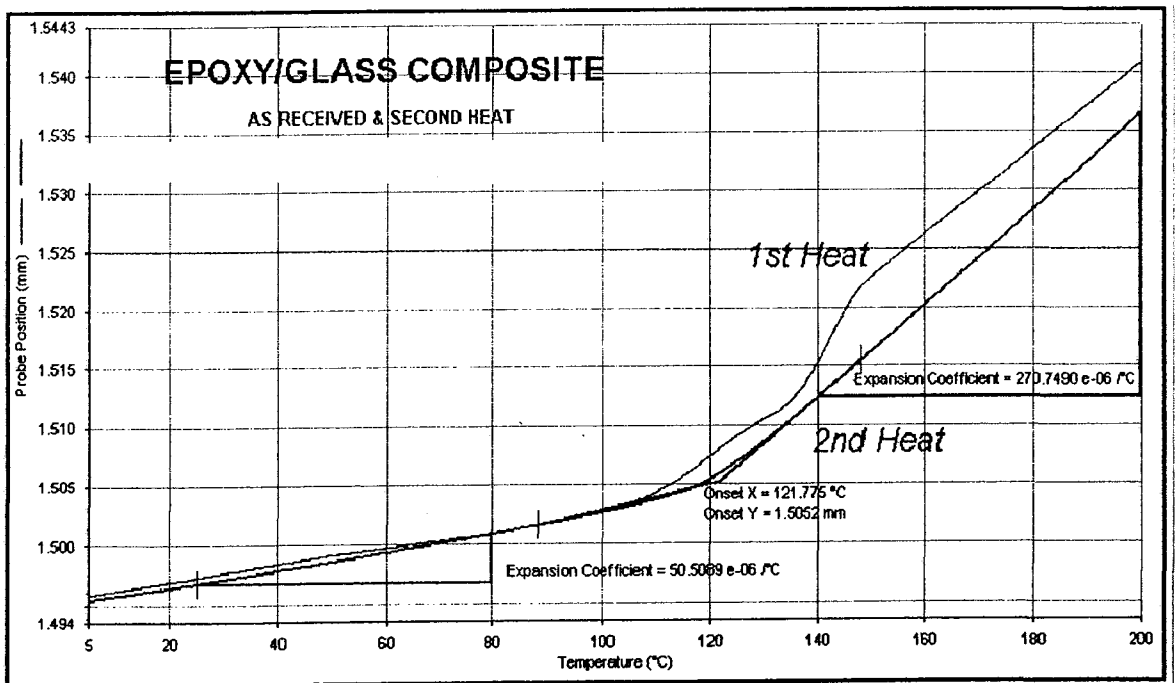
*Bincangkan (dengan contoh-contoh yang sesuai) kepentingan analisa terma dalam kajian bahan-bahan. Bagaimanakah analisa tindakbalas bahan-bahan apabila dipanaskan dan disejukkan berguna dalam aplikasi bahan tersebut?*

(30 marks/markah)

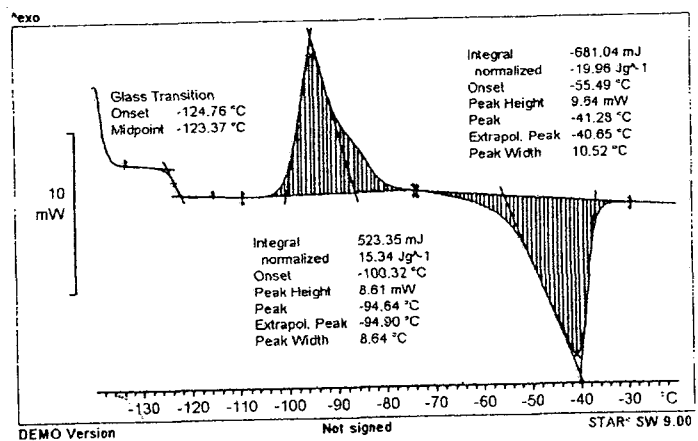
**APPENDIX 1**  
**LAMPIRAN 1**



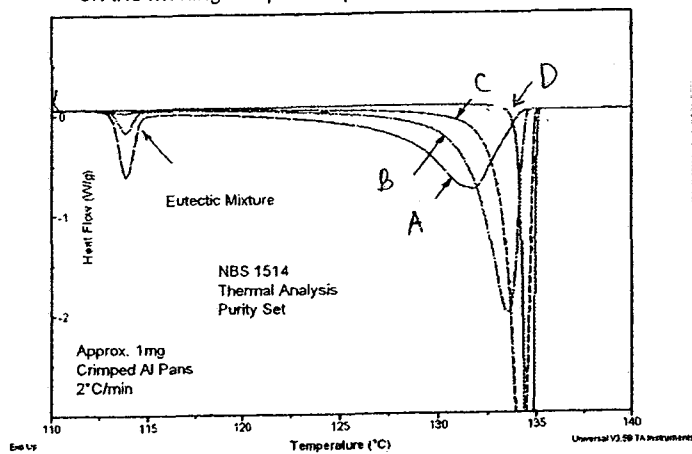
(i) **Overlay of results for adhesive tape sample and PET substrate**  
*Keputusan-keputusan bertindih untuk sampel pita pelekat dan substrat PET*



(ii) **Thermal analysis results on epoxy**  
*Keputusan analisa terma untuk epoksi PCB*

**APPENDIX 2****LAMPIRAN 2****(iii) Thermal analysis result for silicone***Keputusan analisis terma untuk silikon*

Effect of p-Aminobenzoic Acid Impurity Concentration  
on the Melting Shape/Temperature of Phenacetin

**(iv) Thermal analysis result of Phenacetin***Keputusan analisa terma Fenasetin*