
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2014/2015 Academic Session

December 2014 / January 2015

EBB 245/3 – Engineering Materials Characterization *[Pencirian Bahan Kejuruteraan]*

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains TWELVE printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper consists of SEVEN questions. ONE question in PART A, TWO questions in PART B, TWO questions in PART C and TWO questions in PART D.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan. SATU soalan di BAHAGIAN A, DUA soalan di BAHAGIAN B, DUA soalan di BAHAGIAN C dan DUA soalan di BAHAGIAN D.]

Instruction: Answer FIVE questions. Answer ALL questions from PART A, ONE question from PART B, ONE question from PART C, ONE question from PART D and ONE question from any parts. If a candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

Arahan: Jawab LIMA soalan. Jawab SEMUA soalan dari BAHAGIAN A, SATU soalan dari BAHAGIAN B, SATU soalan dari BAHAGIAN C, SATU soalan dari BAHAGIAN D dan SATU soalan dari mana-mana bahagian. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua 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.]

In the event of any discrepancies in the examination questions, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.]

PART A / BAHAGIAN A

1. [a] Sketch and summarize in a table the differences between Atomic Force Microscope and Scanning Tunneling Microscope.

Lakar dan ringkaskan dalam jadual perbezaan antara Mikroskop Tenaga Atomik dan Mikroskop Terowong Imbasan.

(30 marks/markah)

- [b] State one technique that can be used to characterise the following materials then provide briefly the reason of your selection.

- (i) Determination of the composition of Ni-Fe alloy.
- (ii) Investigating the concentration (in part per million) of cadmium in a duck-toy.
- (iii) Determination of the crystallinity of ZnO on glass.
- (iv) Determination of dopants concentration as a function of thickness of a silicon wafer.
- (v) Identifying if monoclinic ZrO_2 exists in ZrO_2 powders.
- (vi) Finding the surface properties of very small rubidium particles.

Nyatakan satu teknik yang boleh digunakan untuk mencirikan bahan-bahan berikut dan berikan alasan ringkas untuk jawapan pilihan anda.

- (i) *Penentuan komposisi aloi Ni-Fe.*
- (ii) *Kajian kepekatan (di dalam bahagian per juta) kadmium di dalam mainan-itik.*
- (iii) *Penentuan kehabluran ZnO di atas gelas.*
- (iv) *Penentuan kepekatan pendopan sebagai fungsi ketebalan pada wafer silikon.*
- (v) *Mengenalpasti jika monoklinik ZrO_2 hadir di dalam serbuk ZrO_2 .*
- (vi) *Mencari sifat-sifat permukaan pada partikel rubidium.*

(40 marks/markah)

- [c] List down applications and limitation of UV-Vis spectroscopy.

Senaraikan kegunaan UV-Vis spektroskopi dan hadnya.

(30 marks/markah)

...3/-

PART B / BAHAGIAN B

2. [a] Label each part of the compound light microscope shown in Figure 1. State the function of part 1, 3, 8, 4, 5, 10, 11 and 12.

Labelkan setiap bahagian mikroskop cahaya kompaun yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Nyatakan fungsi bahagian 1, 3, 8, 4, 5, 10, 11 dan 12.

(20 marks/markah)

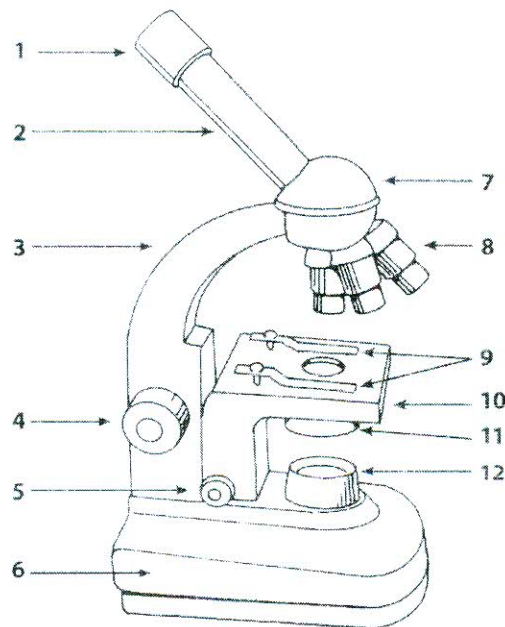


Figure 1 - Compound light microscope

Rajah 1 - Mikroskop cahaya kompaun

- [b] List 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 perjalanan cahaya ke mata pemerhati: (1) kondenser, (2) kanta okular, (3) pengiluminasi, (4) spesimen, (5) kanta objektif.

(5 marks/markah)

- [c] Cite the purpose of adding a drop of mineral oil to the slide prior to optical microscope observation?

Berikan tujuan menambah setitik minyak mineral ke slaid sebelum pemerhatian mikroskop optik?

(15 marks/markah)

- [d] Define Numerical Aperture (NA) of a microscope objective. What are the advantages of a High NA objective? What advantages might a Low-NA objective have?

Tentukan Apertur Numerikal (NA) bagi objektif mikroskop. Apakah kelebihan mempunyai NA objektif tinggi? Apakah pula kelebihan yang mungkin terdapat pada NA objektif rendah?

(30 marks/markah)

- [e] Explain how the sample must be prepared for surface morphology analysis using an optical compound microscope.

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

(30 marks/markah)

3. [a] What are the differences between a Scanning Electron Microscope (SEM) and an optical microscope.

Apakah perbezaan di antara Mikroskop Elektron Imbasan dan mikroskop optikal.

(20 marks/markah)

- [b] Explain the most commonly used SEM imaging modes using electron at region A and B shown in Figure 2.

Terangkan mod pengimejan SEM yang paling lazim digunakan dengan elektron di kawasan A dan B yang ditunjukkan dalam Rajah 2.

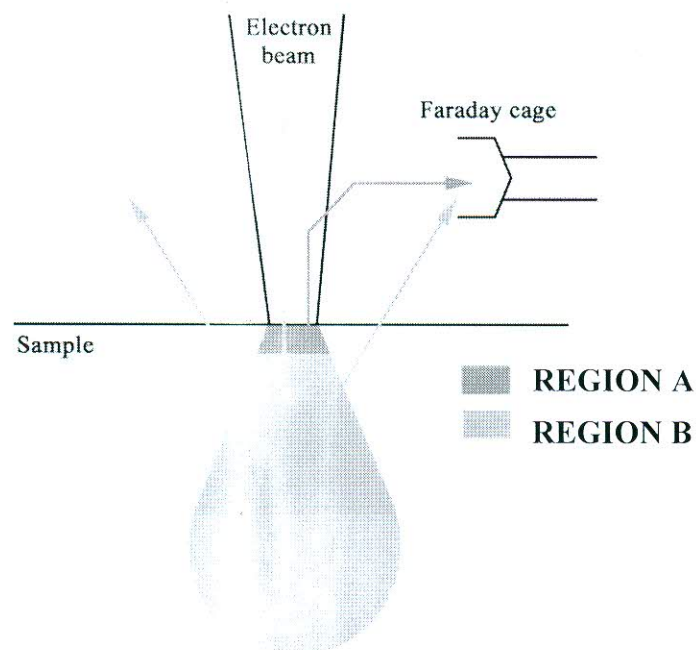


Figure 2 - Imaging mode of SEM

Rajah 2 - Mod pengimejan SEM

(40 marks/markah)

- [c] Figure 3a and 3b show the representation SEM images that was obtained upon SEM examination conducted. Explain these failures and the possible reason for the failure based on these images.

Rajah 3a dan 3b menunjukkan representasi imej SEM yang diperolehi selepas pemeriksaan SEM dijalankan. Berdasarkan imej-imej ini, jelaskan apakah kegagalan tersebut dan mengapa kegagalan seumpama ini boleh berlaku.



Figure 3 - Failure analysis image obtained from a laboratory

Rajah 3 - Imej analisis kegagalan yang diperolehi daripada makmal

(40 marks/markah)

PART C / BAHAGIAN C

4. Copper alloys are mostly represented by two groups: brass and bronze. You are given these two alloys. You need to characterize them.

Aloi kuprum sering diwakilkan dengan dua kumpulan: tembaga dan gangsa. Anda diberikan kedua-dua aloi ini. Anda perlu mencirikan kedua-duanya.

- [a] The main components of brass are copper and zinc. Describe how X-ray Fluorescence (XRF) can be used to determine the composition percentage of these components.

Komposisi utama tembaga ialah kuprum dan zink. Terangkan bagaimana X-ray Floresen (XRF) boleh digunakan untuk menentukan peratusan komposisi komponen-komponen ini.

(30 marks/markah)

- [b] Bronze is a metal alloy consisting primarily of copper. The bronze you have contains traces of arsenic (ppm). State equipment that can be used to detect the presence of arsenic in this alloy. Then draw a flow chart to show how the process to get the information about arsenic can be achieved.

Gangsa ialah aloi logam yang mengandungi kuprum sebagai bahan utama. Gangsa yang anda perolehi mempunyai kesan kehadiran arsenik (ppm). Nyatakan alat yang boleh digunakan untuk mengesan kehadiran arsenik di dalam aloi ini. Kemudian lakarkan carta alir untuk menunjukkan bagaimanakah proses untuk mendapatkan informasi berkenaan arsenik boleh didapati.

(30 marks/markah)

- [c] A black layer was seen at some parts of the surface of bronze. Electron microscope was then used to measure the thickness of the layer and it was found that the layer was 50 nm thick. An analyst suggested on the use of standard XRD to determine the composition of the layer, but you have suggested X-ray Photoelectron (XPS) instead. Explain to the analyst why XPS may work better in the investigation on of thin layer.

Satu lapisan hitam telah dilihat pada beberapa kawasan pada permukaan gangsa. Mikroskopi elektron kemudian digunakan untuk mengukur ketebalan lapisan ini dan didapati ketebalannya ialah 50 nm. Seorang penganalisa mencadangkan untuk menggunakan XRD standard bagi mengesan komposisi lapisan, namun begitu anda mencadangkan Foto Elektron X-ray (XPS). Terangkan kepada penganalisa tersebut kenapa XPS mungkin lebih baik untuk mengkaji lapisan ini.

(40 marks/markah)

5. A thin layer of Ni film was deposited on Al substrate. You were asked to investigate the composition of this Ni film.

Satu lapisan nipis filem Ni telah diaplikasikan di atas substrat Al. Anda diminta untuk mengkaji lapisan Ni ini.

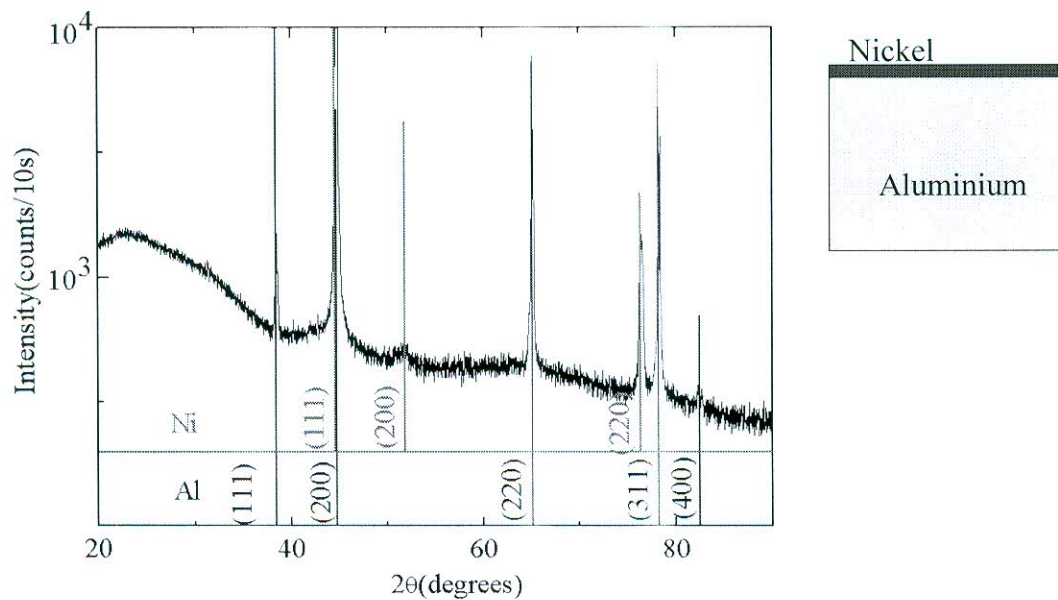


Figure 4

Rajah 4

- [a] After performing x-ray diffraction (XRD) analysis, peak matching was done with ICDD card number # 00-004-0850 for Ni and # 00-0 004-0787 for Al. The plot of intensity versus 2θ for this sample is shown in Figure 4. Explain how the peaks were produced. Discuss also why the Ni (200) peak is very small.

Setelah menjalankan analisa pembelauan X-ray (XRD), pepadanan puncak telah dilakukan dengan kad ICDD bernombor # 00-004-0850 untuk Ni dan # 00-0 004-0787 untuk Al. Plot keamatan melawan 2θ untuk sampel ini ditunjukkan dalam Rajah 4. Terangkan bagaimana puncak-puncak dihasilkan. Nyatakan kenapa puncak Ni (200) adalah sangat kecil.

(30 marks/markah)

... 10/-

- [b] Upon close inspection, it was discovered that a thin bluish layer has formed on the Ni surface after being exposed to air for 3 days. Auger electron spectroscopy was selected to investigate this film. Discuss how this can be achieved.

Apabila dilihat dengan lebih dekat, satu lapisan kebiruan didapati terbentuk di atas permukaan Ni setelah dibiarkan di dalam udara selama 3 hari. Spektroskopi elektron Auger telah digunakan untuk mengkaji lapisan ini. Bincangkan bagaimana ini boleh dicapai.

(25 marks/markah)

- [c] An analyst suggests on the use of secondary ion mass spectroscopy (SIMS) for measuring the composition of the bluish layer on Ni. State how SIMS can be used for this purpose.

Seorang penganalisa mencadangkan untuk menggunakan spektroskopi jisim ion sekunder (SIMS) untuk mengukur komposisi lapisan kebiruan di atas Ni. Nyatakan bagaimana SIMS boleh digunakan untuk tujuan ini.

(25 marks/markah)

- [d] The bluish layer is apparently an oxide of Ni. You need to investigate this oxide further and have selected Raman spectroscopy. List and describe two applications of Raman spectroscopy which are related to this oxide film.

Lapisan kebiruan itu sebenarnya ialah oksida kepada Ni. Anda perlu mengkaji oksida ini dengan lebih mendalam dan memilih spektroskopi Raman. Senaraikan dan gambarkan dua aplikasi spektroskopi Raman yang berkaitan dengan lapisan oksida ini.

(20 marks/markah)

PART D / BAHAGIAN D

6. [a] Explain the term "Electromagnetic Radiation".

Terangkan istilah "Radiasi elektromagnetik".

(20 marks/markah)

- [b] How could this radiation be used in material characterization?

Bagaimanakah ia boleh digunakan untuk pencirian bahan?

(20 marks/markah)

- [c] Explain the working principle of a Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).

Terangkan bagaimana "Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)" berfungsi.

(40 marks/markah)

- [d] What is the application of FTIR in material characterization?

Apakah kegunaan FTIR dalam pencirian bahan?

(20 marks/markah)

7. [a] Explain general instrumentation of a thermal analysis equipment.

Terangkan peralatan umum untuk sesuatu analisis terma.

(30 marks/markah)

- [b] There are few techniques that can be used to identify glass transition temperature of a material. Define "glass transition temperature". List down two techniques that can be used to identify the temperature and discuss the differences between those techniques.

Terdapat beberapa teknik untuk menentukan suhu peralihan kaca sesuatu bahan. Berikan definisi suhu peralihan kaca. Senaraikan dua teknik yang boleh digunakan untuk menentukan suhu tersebut dan bincangkan perbezaan antara kedua-dua teknik tersebut.

(50 marks/markah)

- [c] How to measure thermal expansion of a material?

Bagaimana untuk mengukur pengembangan terma untuk sesuatu bahan.

(20 marks/markah)