

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2009/2010

November 2009

## EBB 202/3 - Crystallography & Bonding In Solids *[Kristalografi & Ikatan Dalam Pepejal]*

Duration : 3 hours  
*[Masa : 3 jam]*

---

Please ensure that this examination paper contains NINE printed pages and ONE page APPENDIX before you begin the examination.

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

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

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

**Instruction:** Answer FIVE questions. Answer ALL questions from PART A, TWO questions from PART B and TWO questions from PART C. If 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, DUA soalan dari BAHAGIAN B dan DUA soalan dari BAHAGIAN C. 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, the English version shall be used.

*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]*

...2/-

**PART A**

**BAHAGIAN A**

1. [a] Describe about the following:
- (i) the concept of crystal, crystallinity and lattice geometry
  - (ii) the concept of crystal symmetry

*Jelaskan yang berikut:*

- (i) *konsep hablur, kehabluran dan geometri kekisi*
- (ii) *konsep simetri hablur*

(30 marks/markah)

- [b] Explain how information about atomic structure is important for the study of crystal materials.

*Terangkan bagaimana maklumat mengenai struktur atom penting dalam kajian bahan-bahan hablur.*

(20 marks/markah)

- [c] (i) What is atomic structure?

*Apakah struktur atom?*

(10 marks/markah)

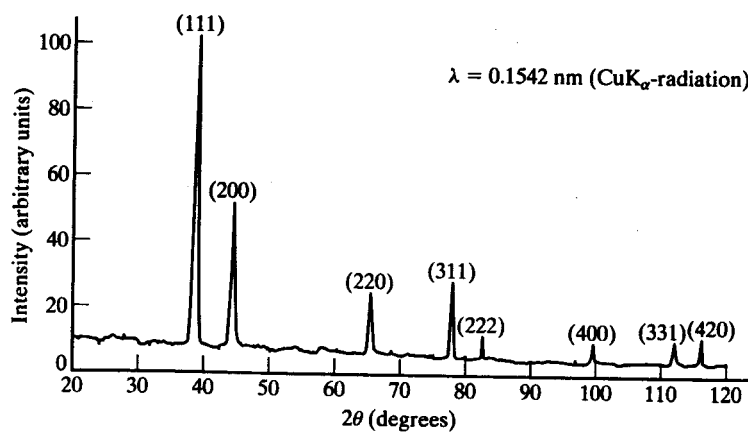
- (ii) What are primitive and non-primitive unit cells?

*Apakah sel unit primitif dan sel unit bukan-primitif?*

(10 marks/markah)

- (iii) Using Bragg's Law, calculate the diffraction angles ( $2\theta$ ) for the first three peaks in the aluminium powder pattern of Figure 1. Given  $\lambda = 0.542$  nm,  $a = 0.404$  nm.

*Menggunakan Hukum Bragg, kirakan sudut pembelauan ( $2\theta$ ) untuk tiga puncak-puncak pertama dalam susunan serbuk aluminium dalam Rajah 1. Diberikan  $\lambda = 0.542$  nm,  $a = 0.404$  nm.*



**Figure 1**

*Rajah 1*

(30 marks/markah)

**PART B****BAHAGIAN B**

2. [a] Discuss these topics:
- (i) Compare the Hermann-Mauguin system, Stereographic projection and the Schönflies symbols in representing point group symmetry.
  - (ii) Point group symmetry versus Space group symmetry.
  - (iii) Morphology versus internal structure or unit cell.

*Terangkan mengenai topik-topik berikut:*

- (i) *Bandungkan Sistem Hermann-Mauguin, unjuran Stereografik dan simbol-simbol Schönflies dalam mewakili kumpulan simetri titik.*
- (ii) *Kumpulan simetri titik berbanding kumpulan simetri ruang.*
- (iii) *Morfologi berbanding struktur dalaman atau sel unit.*

(60 marks/markah)

- [b] Describe, with appropriate figures, the interstitial sites which occur in crystals. How is information about these sites important in the study of materials (give appropriate examples)?

*Jelaskan, dengan rajah-rajah yang sesuai, mengenai tempat-tempat celahan yang hadir dalam hablur. Bagaimanakah maklumat berkaitan celahan ini penting dalam kajian bahan (berikan contoh-contoh yang sesuai)?*

(40 marks/markah)

3. [a] Combination of the symmetry elements of rotational axis and inversion resulted in two different point group symmetry operations. Explain, with an appropriate diagram or stereographic projection, both combinations. Note: the stereographic projection has to show how the combinations are done.

*Kombinasi elemen-elemen simetri paksi putaran dan songsangan menghasilkan dua operasi kumpulan simetri titik yang berbeza. Terangkan dengan rajah atau unjuran stereografik yang sesuai, mengenai kedua-dua kombinasi. Nota: unjuran stereografik perlu menunjukkan bagaimana kedua-dua kombinasi dihasilkan.*

(40 marks/markah)

- [b] Discuss all the types of bonding in solid materials. Associate the bonding types with some properties of material.

*Bincangkan mengenai semua jenis ikatan dalam bahan-bahan hablur. Kaitkan jenis-jenis ikatan ini dengan sesetengah sifat-sifat bahan.*

(30 marks/markah)

- [c] Explain the concept of Stereographic projection and what it represents? Summarize all the steps involved in constructing a stereographic projection of a crystal.

*Terangkan konsep unjuran Stereografik dan apakah yang diwakili oleh unjuran ini? Ringkaskan semua langkah-langkah yang terlibat dalam membina unjuran stereografik bagi satu hablur.*

(30 marks/markah)

4. [a] Explain about the combination of proper axes, their ruling, and list all the possible combinations. Draw the stereographic projection of at least three of them.

*Terangkan mengenai kombinasi paksi-paksi wajar, dan senaraikan semua kombinasi yang mungkin. Lukiskan unjuran stereografik bagi sekurang-kurangnya tiga dari kombinasi tersebut.*

(40 marks/markah)

- [b] Identify all the symmetry elements possessed by each of the crystals given in **Appendix 1**. Suggest the point group symmetry that each crystal belongs to.

*Kenalpasti semua elemen simetri yang dipunyai oleh setiap hablur yang diberikan dalam **Lampiran 1**. Cadangkan kumpulan simetri titik yang mana setiap hablur tersebut tergolong.*

(60 marks/markah)

**PART C****BAHAGIAN C**

5. [a] Derive the intensity ( $I$ ) equation of an x-ray beam as it passes through of  $x$  distance any homogeneous substance.

*Terbitkan persamaan keamatan ( $I$ ) bagi alur sinar-x apabila melalui jarak  $x$  sesuatu bahan yang seragam.*

(50 marks/markah)

- [b] Calculate the ratio of transmitted to incident intensity of lead sheet for Mo  $K\alpha$  radiation for the thickness  $x = 0, 0.005, 0.01, 0.015, 0.02$  mm. Given  $(\mu/\rho)_{\text{lead}} = 122.8 \text{ cm}^2/\text{gm}$ ,  $\rho_{\text{lead}} = 11.34 \text{ g/cm}^3$ .

*Kira nisbah bagi sinar mendatang yang melepasi kepingan plumbum untuk sinar Mo  $K\alpha$  bagi ketebalan  $x = 0, 0.005, 0.01, 0.015, 0.02$  mm. Diberi  $(\mu/\rho)_{\text{plumbum}} = 122.8 \text{ cm}^2/\text{gm}$ ,  $\rho_{\text{plumbum}} = 11.34 \text{ g/cm}^3$ .*

(50 marks/markah)

6. A (111) diffraction spot from an MgO single crystal is produced with Laue camera. It occurs 1 cm from the film center.

*Satu titik pembelauan (111) dari hablur tunggal MgO telah dihasilkan oleh kamera Laue. Ia berlaku sejauh 1 cm dari pusat filem.*

- (a) Calculate the diffraction angle ( $2\theta$ ) and the Bragg angle ( $\theta$ ). Assume that the sample is 3 cm from the film.

*Kirakan sudut pembelauan ( $2\theta$ ) dan sudut Bragg ( $\theta$ ). Anggarkan sampel berada sejauh 3 cm dari filem.*

(50 marks/markah)

- (b) Calculate the X-ray wavelength ( $\lambda$ ) that would produce first-, second- and third-order diffraction (i.e.  $n = 1, 2$  and  $3$ ).

*Kirakan jarak gelombang sinar-X ( $\lambda$ ) yang menghasilkan tertib-pertama, -kedua dan -ketiga pembelauan.*

(50 marks/markah)

7. [a] Explain briefly the correlation between polymer crystallization and molecular weight.

*Terangkan secara ringkas perhubungan di antara penghabluran polimer dan berat molekul.*

(20 marks/markah)

- [b] The density and associated percent crystallinity for two poly(ethylene terephthalate) materials are as follows:

*Ketumpatan dan perkaitan peratusan penghabluran untuk bahan poli(etilina terephthalate) adalah seperti berikut:*

$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Crystallinity (%)
1.408	74.3
1.343	31.2

- (i) Compute the densities of totally crystalline and totally amorphous poly(ethylene terephthalate).

*Kira ketumpatan jumlah hablur dan jumlah amorfus bagi poli(etilina terephthalate).*

(60 marks/markah)



- (ii) Determine the percent crystallinity of a specimen having a density of  $1.382 \text{ g/cm}^3$ .

*Tentukan peratusan penghabluran sampel yang mempunyai ketumpatan sebanyak  $1.382 \text{ g/cm}^3$ .*

(20 marks/markah)

- oooOooo -

---

**APPENDIX**

**LAMPIRAN**

**Lateral Distribution of Arsenic at Selected Depths Along Traverse Minus  
80-Mesh Soil Fraction**

---