
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2010/2011

November 2010

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 ONE question 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 SATU 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.]

PART A**BAHAGIAN A**

1. [a] Describe factors influencing the formation of an Ionic Bond.

Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan ikatan ion.

(20 marks/markah)

- [b] Show whether the formation of ionic bond in sodium chloride is favourable if the ionization potential of Na is 495.8 kJmol^{-1} , the electron affinity of Cl is 349.4 kJmol^{-1} and lattice energy is 776 kJmol^{-1} .

Tunjukkan bahawa pembentukan ikatan ion dalam hablur natrium klorida akan terjadi jika tenaga keupayaan pengionan Na ialah 495.8 kJmol^{-1} , dan tenaga afiniti elektron bagi Cl ialah 349.4 kJmol^{-1} dan tenaga kekisinya adalah 776 kJmol^{-1} .

(30 marks/markah)

- [c] Define:
- (i) Unit cell
 - (ii) Lattice point

Definisikan:

- (i) Sel unit
- (ii) Titik kekisi

(20 marks/markah)

- [d] Is it possible for us to use photon effect as source for diffraction method? Explain your answer.

Bolehkah kita gunakan Kesan Foton untuk sumber kaedah pembelauan? Jelaskan jawapan anda.

(30 marks/markah)

PART B**BAHAGIAN B**

2. [a] Discuss the following types of bonding in solid materials. Associate the bonding types with some properties of material.

- (i) Covalent bonding
- (ii) Metallic bonding
- (iii) Secondary bonding
- (v) Hydrogen bonding

Bincangkan jenis-jenis ikatan berikut di dalam bahan-bahan hablur. Kaitkan jenis-jenis ikatan ini dengan sebahagian sifat-sifat bahan.

- (i) *Ikatan kovalen*
- (ii) *Ikatan logam*
- (iii) *Ikatan sekunder*
- (v) *Ikatan hidrogen*

(30 marks/markah)

- [b] Describe the following:

- (i) the concept of crystal, crystallinity and space lattice
- (ii) the concept of crystal symmetry

Jelaskan yang berikut:

- (i) *Konsep hablur, kehabluran dan ruang kekisi*
- (ii) *Konsep simetri hablur*

(40 marks/markah)

- [c] Explain how information about crystal structure is related to internal crystal morphology.

Terangkan bagaimana maklumat mengenai struktur hablur ada kaitan dengan morfologi suatu hablur.

(30 marks/markah)

3. [a] What is the difference between proper and improper rotations in determining symmetry classification of different crystals? Give two examples for each case.

Apakah yang membezakan antara putaran sempurna dan tidak sempurna dalam menentukan pengkelasan simetri bagi pelbagai hablur? Berikan dua contoh bagi setiap satunya.

(20 marks/markah)

- [b] 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 the combinations (Note: the stereographic projection has to show how combinations are done).

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

(40 marks/markah)

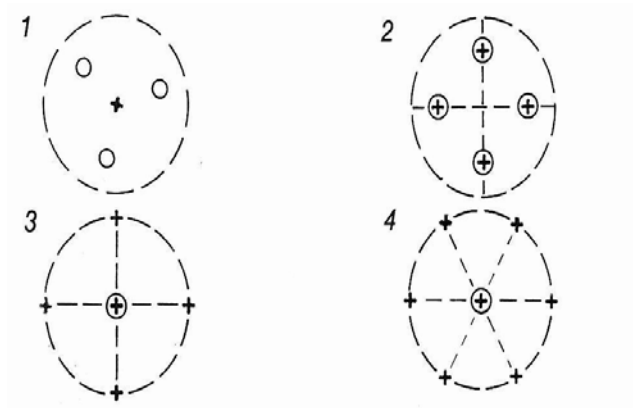
- [c] State the point group that results if a centre of symmetry is added to a point occupied by (a) point group X, where X is an even number; (b) 222; (c) 432; (d) 32; (e) 43m.

Nyatakan kumpulan titik yang terhasil apabila satu pusat simetri itu ditambah kepada satu titik yang diisi oleh (a) kumpulan titik simetri X yang bernombor genap; (b) 222; (c) 432; (d) 32; (e) 43m.

(40 marks/markah)

4. [a] What kind of crystal lattice is represented by the following stereograms:

Apakah jenis kekisi hablur yang diwakili oleh stereogram berikut:



(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.

*Kenalpastikan semua elemen simetri yang terdapat pada 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] (i) Draw the characteristic of an X-ray spectrum (intensity versus wavelength).

Lukiskan spektrum pencirian sinar-X (keamatan melawan jarak gelombang).

(20 marks/markah)

- (ii) Based on 5[a](i), label K_{α} , K_{β} , λ_{\min} , characteristic ray and continuous ray in the drawing.

Berdasarkan 5[a](i), labelkan K_{α} , K_{β} , λ_{\min} , sinar pencirian dan sinar bersambungan dalam lukisan tersebut.

(25 marks/markah)

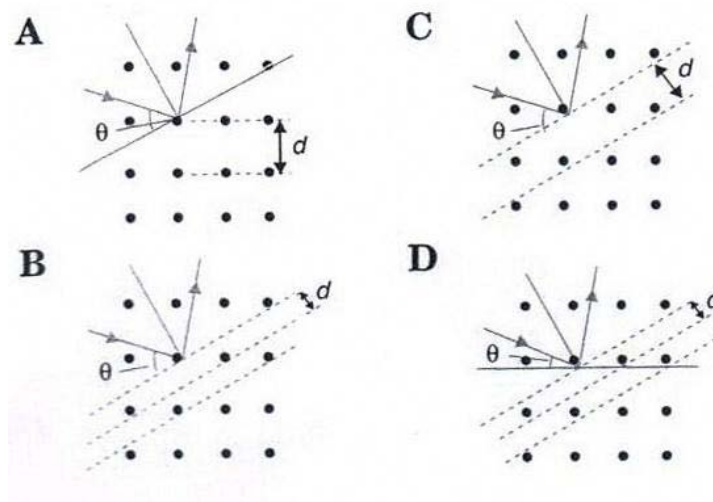
- (iii) What is λ_{\min} and the value of λ_{\min} ?

Apakah yang dimaksudkan dengan λ_{\min} dan nilai λ_{\min} ?

(15 marks/markah)

- [b] X-ray of wavelength (λ) is incident upon a crystal. The diagrams in Figure 1 show the directions of the incident beam and the first order diffracted beam. The dots represent the positions of the atoms of the crystal. Explain each diagram and in which diagram the θ and d (as used in the Bragg's equation) are marked correctly?

Jarak gelombang (λ) sinar-X dikenakan ke atas satu kristal. Gambarajah 1 menunjukkan arah sinar tuju dan tertib pembelauan pertama. Titik-titik menunjukkan posisi atom-atom dalam kristal. Terangkan setiap gambarajah dan yang manakah θ dan d (seperti yang digunakan dalam persamaan Bragg) telah ditanda dengan betul.

**Figure 1****Rajah 1**

(40 marks/markah)

6. [a] Draw basic components and arrangement of Laue method.

Lukis komponen-komponen asas dan susunan kaedah Laue.

(20 marks/markah)

- [b] What are the concepts of Laue method?

Apakah konsep-konsep dalam kaedah Laue?

(20 marks/markah)

- [c] We have characterized the geometry for diffraction by (111) planes MgO. Suppose the crystal is tilted slightly so that the (111) diffraction spot is shifted to a position 0.5 cm from the film center. What wavelength (λ) would produce first-order diffraction in this case? Assume that the sample is 3 cm from the film.

Kita telah mencirikan pembelauan geometri dengan satah (111) bagi MgO. Katakan kristal itu berubah sedikit dengan itu titik pembelauan (111) telah berganjak ke posisi 0.5 cm daripada tengah sampel. Apakah jarak gelombang (λ) yang boleh menghasilkan pembelauan tertib-pertama dalam kes ini? Anggapkan jarak sampel berada 3 cm daripada filem.

(60 marks/markah)

7. [a] ICDD diffraction data card for NaCl is shown in Figure 2. Explain the label for number 2, 3 and 5.

Kad data pembelauan ICDD untuk NaCl ditunjukkan dalam Rajah 2. Terangkan label untuk nombor 2, 3 dan 5.

d	2.82	1.99	1.63	3.26	NaCl				
I/I ₁	100	55	15	13	Sodium Chloride (Halite)				
Rad. CuK α_1	λ 1.5405	Filter Ni	Dia. I/I cor.	d A	I/I ₁	hkl	d A	I/I ₁	hkl
Cut off	I/I ₁	Diffractometer	I/I cor.	3.258	13	111			
Ref. Swanson and Fuyat, NBS Circular 539, Vol. 2, 41 (1953)				2.821	100	200			
				1.984	55	220			
				1.701	2	311			
				1.628	15	222			
Sys. Cubic		S.G. Fm3m (225)		1.410	6	400			
a ₀ 5.6402	b ₀	c ₀	A	1.294	1	331			
α	β	γ	Z 4	1.261	11	420			
Ref. Ibid.			Dx 2.164	1.1515	7	422			
				1.0855	1	511			
$\epsilon\alpha$	n ω β	1.542	$\epsilon\gamma$	0.9969	2	440			
2V	D	mp	Color Colorless	.9533	1	531			
Ref. Ibid.				.9401	3	600			
				.8917	4	620			
An ACS reagent grade sample recrystallized twice from hydrochloric acid.				.8601	1	533			
X-ray pattern at 26°C.				.8503	3	622			
Merck Index, 8th Ed., p. 956.				.8141	2	444			

Figure 2

Rajah 2

(30 marks/markah)

[b] Why is NaCl structure considered separately from four cell structures?

Kenapa struktur NaCl dikira berasingan daripada empat struktur sel yang lain?

(20 marks/markah)

[c] Derive and explain eight terms structural factor (F) for NaCl.

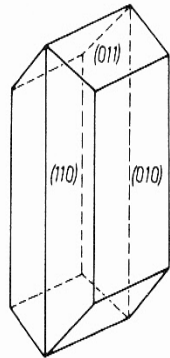
Terbit dan terangkan lapan terma-terma faktor struktur (F) untuk NaCl.

(50 marks/markah)

- oooOooo -

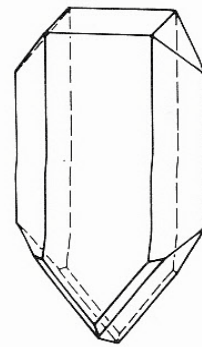
APPENDIX 1

LAMPIRAN 1



CaCO₃ (Aragonite)

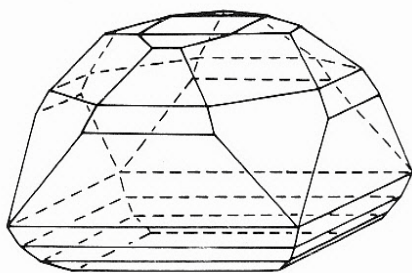
(i)



K₂S₄O₆

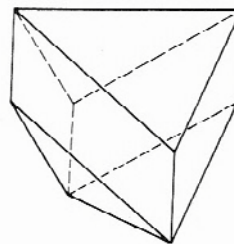
CuSO₄ · 3H₂O

(ii)



Diaboleite Pb₂Cu(OH)₄Cl₂

(iii)



Hg(CN)₂

KH₂PO₄,

(iv)