
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2008/2009

November 2008

ZCT 307/3 – Solid State Physics I
[Fizik Keadaan Pepejal I]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

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

Instruction: Answer **ANY FIVE (5)** questions only. Students are allowed to answer all questions in Bahasa Malaysia or in English. Please provide answers to Question 1 in your Answer Booklet.

Arahan: Jawab **MANA-MANA LIMA (5)** soalan sahaja. Pelajar dibenarkan menjawab semua soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris. Jawapan kepada Soalan 1 hendaklah dijawab dalam Buku Jawapan.]

.../2-

- 2 -

1. [a] The lattice constant of silicon is 5.43 \AA . The nearest neighbor distance for silicon crystal in \AA is. (*Hint: Si and Diamond have same structure*)
 [Pemalar kekisi silikon ialah 5.43 \AA . Jarak jiran terdekat untuk hablur silikon dalam \AA ialah (pertunjuk: Si dan intan mempunyai struktur yang sama)]

(A) 10.86	(B) 3.84	(C) 5.43	(D) 2.35
-----------	----------	----------	----------

(2/20)

- [b] The primitive cell of NaCl has the following number of atoms.
 [Sel primitif bagi NaCl mempunyai bilangan atom seperti berikut.]

(A) 1	(B) 2	(C) 3	(D) 4
-------	-------	-------	-------

(2/20)

- [c] Fig.1 shows only atoms. The number of atoms in a conventional cell of Fig.1 is,
 [Rajah 1 menunjukkan hanya atom-atom. Bilangan atom dalam suatu sel yang lazim dalam Rajah 1 ialah]

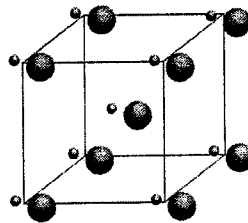


Fig.1

(A) 8	(B) 2	(C) 3	(D) 4
-------	-------	-------	-------

(2/20)

...3/-

- [d] For Fig.2 the number of atoms per cm^2 in Fig. 2(b) divided by number of atoms per cm^2 in Fig. 2 (a) is,
 [Untuk Rajah 2, bilangan atom per cm^2 dalam Rajah 2 (b) dibahagikan dengan bilangan atom per cm^2 dalam Rajah 2 (a) ialah]

(A) 2	(B) 5/4	(C) $1/\sqrt{2}$	(D) $\sqrt{2}$
-------	---------	------------------	----------------

(2/20)

- [e] The atoms in Fig.2 are identical then the reciprocal lattice will be,
 [Atom-atom dalam Rajah 2 adalah seiras maka kekisi salingan akan jadi]

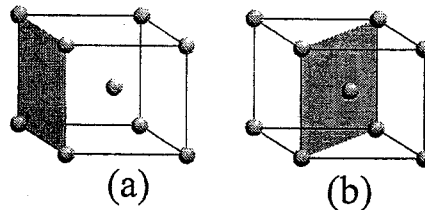


Fig. 2

(A) BCC	(B) FCC	(C) NaCl	(D) SC
---------	---------	----------	--------

(2/20)

- [f] The lattice constant for Si is given in question 1(a). The volume of the primitive cell in cm^3 is
 [Pemalar kekisi untuk Si diberikan dalam Soalan 1 (a). Isipadu sel primitif dalam cm^3 ialah]

(A) 0.254×10^{24}	(B) 1.6×10^{-22}	(C) 8×10^{-23}	(D) 4×10^{-23}
----------------------------	---------------------------	-------------------------	-------------------------

(2/20)

...4/-

- 4 -

- [g] The volume of the Brillouin zone for silicon in cm^{-3} is,
 [Isipadu zon Brillouin bagi silikon dalam cm^3 ialah,]

(A) 6.2×10^{24}	(B) 1.6×10^{-25}	(C) 3.1×10^{24}	(D) 3.2×10^{-25}
--------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------

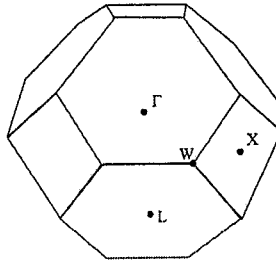


Fig. 3

- Refer to Fig.3 for the next three questions,
 [Rujuk kepada Rajah 3 untuk ketiga-tiga soalan yang berikutnya.]

(2/20)

- [h] The arrow connecting the origin to point L is,
 [Anak panah yang menyambung asalan dengan titik L ialah]

(A) The second bigger reciprocal lattice [Kekisi salingan yang kedua besar]	(B) Shortest reciprocal lattice [Kekisi salingan yang terpendek]	(C) Is not a reciprocal lattice [Bukan suatu kekisi salingan]	(D) A reciprocal lattice [Suatu kekisi salingan]
--	---	--	---

(2/20)

...5/-

- [i] The Figure 3 has a total of;
[Rajah 3 mempunyai jumlah]

(A) eight hexagonal faces and eight square faces <i>[lapan permukaan heksagon dan lapan permukaan segiempat sama]</i>	(B) six hexagonal faces and eight square faces <i>[enam permukaan heksagon dan lapan permukaan segiempat sama]</i>	(C) six hexagonal faces and six square faces <i>[enam permukaan heksagon dan enam permukaan segiempat sama]</i>	(D) eight hexagonal faces and six square faces <i>[lapan permukaan heksagon dan enam permukaan segiempat sama]</i>
---	--	---	--

(2/20)

- [j] Properties of the following crystals can be explained using the diagram.
[Ciri-ciri hablur berikut boleh diterangkan dengan rajah ini]

(A) Any Cubic <i>[sebarang kubus]</i>	(B) Au and Ag <i>[Au dan Ag]</i>	(C) Ge and Cu <i>[Ge dan Cu]</i>	(D) NaCl and Si <i>[NaCl dan Si]</i>
--	-------------------------------------	-------------------------------------	---

(2/20)

...6/-

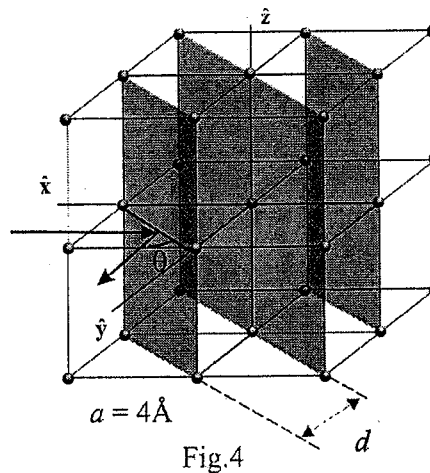


Fig.4

(2/20)

2. Figure 4 shows a crystal on which x-rays are elastically scattered from a set of planes.

[Rajah 4 menunjukkan suatu hablur yang menyerakkan sinaran-x secara kenyal daripada satu set satah-satah.]

- [a] If the smallest angle of scattering is 30 degrees what is the wavelength in angstrom units that is scattered?
[Jika sudut serakan terkecil ialah 30 darjah, apakah jarak gelombang dalam unit angstrom yang diserak?]

(8/20)

- [b] The reciprocal lattice of the simple cubic is again simple cubic. So the reciprocal lattice will just look like Fig.4. However the spacing between lattice points will now be different. What value of \mathbf{G} will the scattering shown correspond to? (Write x , y and z components of \mathbf{G}).

[Kekisi salingan bagi kubus ringkas masih ialah kubus ringkas. Oleh itu kekisi salingan akan kelihatan seperti dalam Rajah 4. Akan tetapi jarak di antara titik-titik kekisi akan berbeza sekarang. Apakah nilai \mathbf{G} yang bersabit dengan serakan yang ditunjukkan itu? (Tuliskan \mathbf{G} dalam komponen-komponen x , y dan z)]

(6/20)

...7/-

- [c] Write the magnitude of G from the theorem.
 [Tuliskan magnitud G dari teorem.]

(6/20)

3. [a] The structure factor is defined as $S(hkl) = \sum_i f_i \exp[-2\pi i(x_i h + y_i k + z_i l)]$.

For a FCC crystal what are the conditions on hkl for

[Faktor struktur ditakrifkan sebagai $S(hkl) = \sum_i f_i \exp[-2\pi i(x_i h + y_i k + z_i l)]$.

Untuk suatu hablur FCC, apakah syarat-syarat hkl supaya]

[i] $S(hkl) = 0$

[ii] $S(hkl) = 4f$

(10/20)

- [b] Show that the momentum of a phonon is zero. Use the fact that the displacement of the plane is given by $u_s = u e^{i(Ksa - \omega t)}$ and the mass of the plane is MN^2 where there are N^2 atoms in the plane each of mass M .

[Tunjukkan bahawa momentum suatu foton ialah sifar. Gunakan fakta bahawa sesaran satah ialah $u_s = u e^{i(Ksa - \omega t)}$ dan jisim satah ialah MN^2 di mana N^2 atom-atom berada pada setiap satah dengan setiap atom berjisim M .]

(10/20)

4. Zinc (Zn) has atomic weight 65.4 and density of $7.13 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$. The speed of sound in the zinc is $3.8 \times 10^3 \text{ m/s}$. There are two free electrons per atom in zinc, calculate the following;

[Zink (Zn) mempunyai jisim atomik 65.4 dan ketumpatan $7.13 \times 10^3 \text{ kg /m}^3$. Kelajuan suara dalam zink ialah $3.8 \times 10^3 \text{ m/s}$. Terdapat dua elektron bebas pada setiap atom zink, kirakan:]

...8/-

- i) The Fermi energy (E_F).
[tenaga Fermi (E_F)] (5/20)
- ii) The Fermi temperature
[suhu Fermi] (5/20)
- iii) The Fermi velocity
[Halaju Fermi] (5/20)
- iv) The electronic contribution to the specific heat.
[sumbangan elektronik kepada suhu spesifik.] (5/20)
5. a) Copper has an atomic weight 63.5, the density is 9×10^3 Kg/m³; and the speed of sound is 3.8×10^3 m/sec. There is one electron per atom in copper, calculate the specific heat at 30 k.
[Kuprum mempunyai jisim atomik 63.5, ketumpatannya ialah 9×10^3 kg/m³; dan kelajuan suara ialah 3.8×10^3 m/s. Terdapat satu bebas elektron dalam setiap atom kuprum. Kirakan haba spesifik pada 30K.] (10/20)
- b) Silicon (Si) has atomic weight 28.1, density 2.3×10^3 Kgm/m³; and the intrinsic carrier concentration at 300k is 1.5×10^{16} m⁻³. If the electron and hole mobilities are 0.15 and $0.05 \text{ m}^2 \text{ v}^{-1} \text{ s}^{-1}$ respectively, calculate the conductivity of:
[Silikon (Si) mempunyai jisim atomik 28.1, ketumpatannya ialah 2.3×10^3 kg/m³; dan ketumpatan pembawa intrinsik pada 300K ialah 1.5×10^{16} m⁻³. Jika kelincahan elektron dan lohong adalah masing-masing 0.15 dan $0.05 \text{ m}^2 \text{ v}^{-1} \text{ s}^{-1}$. Kirakan kekonduksian bagi]
- i) The intrinsic sample.
[sampel intrinsik] (5/20)

...9/-

- ii) Doped sample with one (1) donor impurity atom per 10^8 silicon atoms.
[sampel didopkan dengan satu (1) atom penderma bendasing per 10^8 atom-atom.]

(5/20)

6. a) According to Kronig–Penny model what happens to the width of the allowed and forbidden bands with change of the strength of the periodic potential?
[Mengikuti model Kronig-Penny, apakah yang berlaku kepada kelebaran jalur dibenar dan jalur tak dibenar dengan perubahan kekuatan keupayaan berkala?]

(10/20)

- b) Find the ratio between the kinetic energy of an electron in two dimensional square lattice; when
[Carikan nisbah antara tenaga kinetik suatu elektron dalam dua dimensi kekisi segiempat sama; apabila]

i) $k_x = k_y = \frac{\pi}{a}$, and *[dan]*

ii) $k_x = \frac{\pi}{a}$, $k_y = 0$.

(10/20)