

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

KSCP Semester Examination
Academic Session 2004/2005

Mei 2005

ZCC 541/4 - Solid State Physics I
[Fizik Keadaan Pepejal I]

Duration 3 hours
[Masa 3 jam]

Please check that the examination paper consists of **FIVE** pages of printed material before you begin the examination

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

Instruction Answer all **FIVE** questions Students are allowed to answer all questions in Bahasa Malaysia or in English

Arahan Jawab kesemua **LIMA** soalan Pelajar dibenarkan menjawab semua soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris]

- 1 (a) Sketch the crystal structure of the following crystals
[Lakarkan struktur hablur bagi hablur-hablur yang berikut]
- (i) Diamond structure
[Struktur intan]
- (ii) Cubic zinc sulphide
[Kubus zink sulfida]
- (30/100)
- (b) Write short notes on the following topics
[Tuliskan nota ringkas tentang]
- (i) Wigner-Seitz cell
[Sel Wigner-Seitz]
- (ii) First Brillouin zone of the body-centred cubic lattice
[Zon Brillouin Pertama bagi kekisi kubus berpusat-jasad]
- (30/100)
- (c) The primitive translation vectors of the face-centred cubic lattice are
[Vektor-vektor translasi primitif bagi kekisi kubus berpusat-muka ialah]

$$\underline{a}_1 = a(\hat{y} + \hat{z})$$

$$\underline{a}_2 = a(\hat{x} + \hat{z})$$

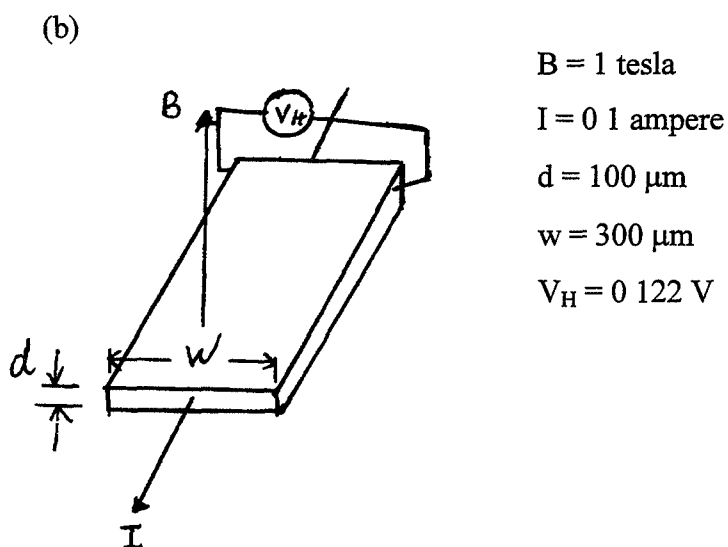
$$\underline{a}_3 = a(\hat{x} + \hat{y})$$

where a is the side of the conventional cube and $(\hat{x}, \hat{y}, \hat{z})$ are the orthogonal unit vectors parallel to the cube edges
[di mana a ialah sisi kubus lazim dan $(\hat{x}, \hat{y}, \hat{z})$ ialah vektor-vektor unit berortogon yang selari dengan pinggir-pinggir kubus]

- (i) Determine the volume of the primitive cell
[Tentukan isipadu sel primitif]
- (ii) Obtain the primitive translation vectors of the reciprocal lattice
[Dapatkan vektor-vektor translasi primitif bagi kekisi resiprokal]
- (iii) Describe and sketch the Brillouin zone of the face-centred cubic lattice
[Huraikan dan lakarkan zon Brillouin Pertama bagi kekisi kubus berpusat-muka]
- (40/100)

- 2 (a) Write a short essay on the following topic
[Tuliskan karangan ringkas tentang]
 “Quantization of Elastic Waves (Phonons) in Solids”
[“Pengkuantuman Gelombang Kenyal (fonon) dalam Pepejal”]
 (30/100)
- (b) Sketch the phonon dispersion relations (ω versus K) for a monoatomic lattice and explain the meaning of the various branches
[Lakarkan perhubungan-perhubungan sebaran fonon (ω lawan K) bagi satu kekisi monoatom dan jelaskan maksud cabang-cabang yang wujud]
 (30/100)
- (c) Use the Debye Model for Density of states to derive the Debye T^3 law for the specific heat of solids
[Gunakan Model Debye untuk ketumpatan keadaan dan terbitkan hukum Debye T^3 untuk haba spesifik pepejal]
 (40/100)

- 3 (a) Write short notes on the following topics
[Tuliskan nota ringkas tentang]
- (i) Drude Model of metals
[Model Drude untuk logam]
- (ii) Wiedemann-Franz law
[Hukum Wiedemann-Franz]
 (30/100)



In a Hall effect experiment on an n-type silicon sample, the Hall voltage is measured to be 0.122V. Calculate the carrier concentration n .

[Dalam satu eksperimen Kesan Hall ke atas satu sampel silikon berjenis-n, nilai voltan Hall yang didapati ialah 0.122V. Hitungkan kepekatan pembawa n .]

(30/100)

- (c) The experimental heat capacity of metals, C , can be written as

$$C = \underbrace{\gamma T}_{(1)} + \underbrace{AT^3}_{(2)} \quad \text{where } \gamma \text{ and } A \text{ are constants}$$

[di mana γ dan A adalah pemalar-pemalar]

Explain the meanings of the terms (1) and (2)

[Jelaskan maksudnya sebutan (1) dan sebutan (2)]

(40/100)

- 4 (a) The energy gaps for intrinsic silicon (Si) and intrinsic gallium arsenide (GaAs) at room temperature, are 1.11 eV and 1.43 eV, respectively. Use this information to explain the differences in the electrical and physical properties of silicon and gallium arsenide.

[Jurang tenaga bagi silikon intrinsik (Si) dan gallium arsenida intrinsik (GaAs) pada suhu bilik ialah 1.11 eV dan 1.43 eV, masing-masing. Gunakan maklumat ini untuk menjelaskan perbezaan sifat-sifat elektrik dan fizikal untuk silikon dan gallium arsenida.]

(30/100)

- (b) Sketch the energy band structure of a
[Lakarkan struktur jalur tenaga untuk]

(i) direct band-gap semiconductor
[semikonduktor jurang tenaga terus]

(ii) indirect band-gap semiconductor
[semikonduktor jurang tenaga tak-terus]

(30/100)

- (c) A metal is sometimes defined as “a solid with a Fermi surface”. Describe the various physical properties of a metal that could be obtained from the Fermi surface.

[Kadang kala satu logam adalah ditakrifkan sebagai “satu pepejal yang mempunyai permukaan Fermi”. Huraikan berbagai sifat fizikal yang boleh diperolehi daripada permukaan Fermi.]

(40/100)

5 (a) Write short notes on the following topics
[Tuliskan nota ringkas tentang]

- (i) Muffin-Tin Potentials
[Keupayaan "Muffin-Tin"]
(ii) De Haas-van Alphen Effect
[Kesan De Haas-van Alphen]

(30/100)

(b) The semi-classical motion of electrons in a uniform electric field is given by the equations
[Pergerakan semi-klasik bagi elektron yang bergerak di dalam satu medan elektrik yang seragam akan mematuhi persamaan-persamaan yang berikut]

$$\underline{v} = \underline{v}(\underline{k}) = \frac{1}{\hbar} \frac{\partial \varepsilon(\underline{k})}{\partial \underline{k}}$$

$$\hbar \underline{\dot{k}} = (-e) \underline{E}$$

where $\underline{v} = \underline{v}$ velocity [halaju]
[di mana] ε energy [tenaga]
 \underline{k} wave vector [vektor gelombang]
 e electron charge [cas elektron]
 \underline{E} uniform electric field [medan elektrik seragam]

Use these two equations to describe the motion of the electrons in the uniform electric field

[Gunakan dua persamaan di atas untuk menghuraikan pergerakan elektron di dalam medan elektrik yang seragam]

(40/100)

(c) The charge carriers in an electrical conductor can be electrons or holes or both of them. Compare the properties of electrons with those of holes
[Pembawa-pembawa cas dalam satu konduktor elektrik ialah elektron atau lohong atau kedua-duanya. Bandingkan sifat-sifat elektron dengan sifat-sifat lohong]

(30/100)